

PERPUSTAKAAN FTSP UII  
HARIAN/RELI  
TGL TERIMA : 13 Jun 2006  
NO. JUDUL : 001913  
NO. INV. : 52000013 001

## TUGAS AKHIR

# PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME DAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT DESAK BETON



Disusun Oleh :

Nama : Ardi Novianto  
No. Mahasiswa : 00 511 024

Nama : Robensyah  
No. Mahasiswa : 00 511 033

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2005



**HALAMAN PENGESAHAN**

**Laporan Tugas Akhir**

**PENGARUH PENAMBAHAN  
SILICA FUME DAN SUPERPLASTICIZER  
TERHADAP KUAT DESAK BETON**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh  
Derajat Sarjana Teknik Sipil**

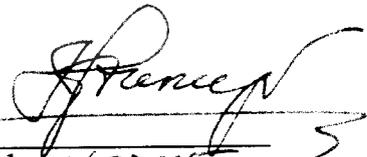
**Oleh :**

**Ardi Novianto      00 511 024**

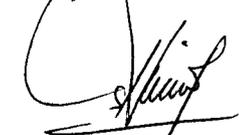
**Robensyah          00 511 033**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

Dr. Ir. H. Harsoyo, MSc  
Dosen Pembimbing I

  
Tanggal : 13/09/2005

Dr. Ir. Ade Ilham, MT  
Dosen Pembimbing II

  
Tanggal : 08/09/05

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “ Pengaruh Penambahan *Silica Fume* dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Desak Beton” ini.

Penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE, selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Ir. H. Harsoyo, MSc, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Ir. Ade Ilham, MT, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
6. Bapak Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.

7. Mas Ndaru dan Mas Warno selaku karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik , Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
8. Ayah, Ibu dan saudara-saudara kami yang telah banyak memberikan dorongan dan dukungannya.
9. Seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Semoga seluruh amal dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan ridho dari Allah SWT. Akhir kata kami berharap tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb*

Yogyakarta, Juli 2005

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xi
<b>ABSTRAKSI</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Umum.....	6
2.2 Sifat-Sifat Beton.....	7
2.3 Perbaikan mutu beton.....	8
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	
3.1 Umum.....	12

3.2 Materi penyusun beton .....	13
3.2.1 Semen Portland .....	13
3.2.2 Agregat.....	14
3.2.3 Air .....	16
3.2.4 Bahan Tambah ( <i>Addmixture</i> ).....	18
3.3 Faktor Air Semen.....	20
3.4 Slump .....	21
3.5 <i>Workability</i> .....	21
3.6 Perencanaan Campuran Adukan Beton.....	22

#### **BAB IV METODE PENELITIAN**

4.1 Umum.....	23
4.2 Bahan Penelitian.....	24
4.2.1 Semen.....	24
4.2.2 Agregat .....	24
4.2.3 Air .....	25
4.2.4 <i>Silica Fume</i> .....	25
4.2.5 <i>Superplasticizer</i> .....	25
4.3 Peralatan Pengujian .....	26
4.3.1 Ayakan .....	26
4.3.2 Timbangan .....	26
4.3.3 Mistar dan Kaliper .....	26
4.3.4 Mesin Aduk Beton .....	27
4.3.5 Cetok dan Talam Baja.....	27

4.3.6 Kerucut Abrams dan Batang Baja .....	27
4.3.7 Mesin Uji Kuat Desak .....	27
4.3.8 Cetakan Benda Uji .....	28
4.4 Pelaksanaan Penelitian.....	28
4.4.1 Persiapan.....	28
4.4.2 Pembuatan Benda Uji .....	29
4.4.3 Pengujian Slump .....	30
4.4.4 Perawatan Beton .....	31
4.4.5 Pelaksanaan Pengujian Kuat Desak.....	33
4.4.6 Pengolahan Data.....	34

## **BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN**

5.1 Pendahuluan.....	35
5.2 Hasil Penelitian.....	35
5.3 Berat Volume.....	36
5.4 <i>Workability</i> .....	43
5.5 Hasil Uji Kuat Desak Beton.....	46
5.5.1 Pengaruh <i>Silica Fume</i> .....	46
5.5.2 Pengaruh Umur .....	51

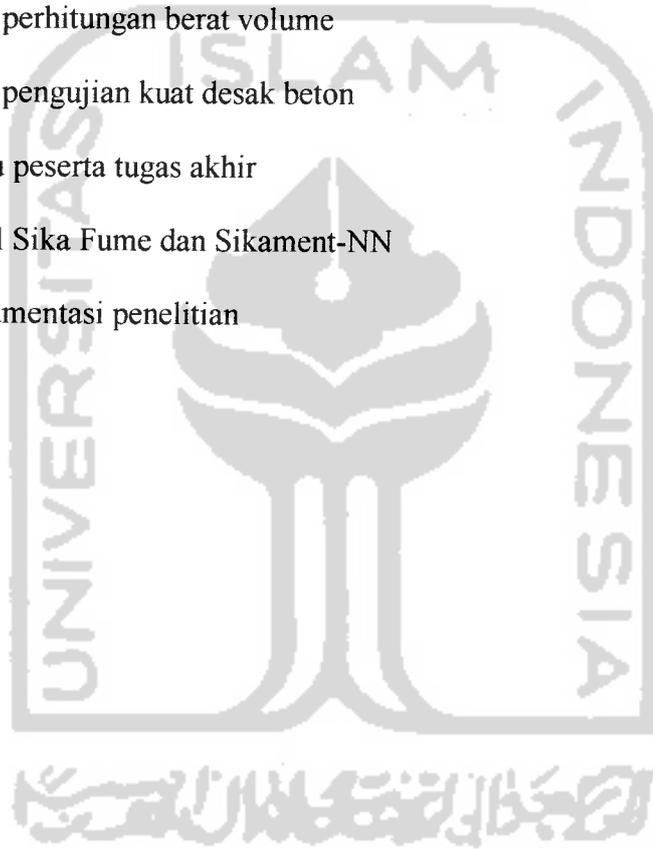
## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1 Kesimpulan .....	58
6.2 Saran.....	59

**DAFTAR PUSTAKA**.....60

**LAMPIRAN**

- A. Data pengujian agregat
- B. Metode *DOE (Department of Environment)*
- C. Perhitungan campuran adukan beton
- D. Data pengujian nilai slump
- E. Data perhitungan berat volume
- F. Data pengujian kuat desak beton
- G. Kartu peserta tugas akhir
- H. Profil Sika Fume dan Sikament-NN
- I. Dokumentasi penelitian



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
4.1 <i>Flowchart</i> pelaksanaan penelitian	23
5.1 Berat volume beton dengan dan tanpa bahan tambah umur 3 hari	36
5.2 Berat volume beton dengan dan tanpa bahan tambah umur 7 hari	37
5.3 Berat volume beton dengan dan tanpa bahan tambah umur 28 hari	37
5.4 Hubungan Penambahan <i>Silica Fume</i> dan <i>Superplasticizer</i> Dengan Berat Volume Untuk Beton Umur 3 Hari	40
5.5 Hubungan Penambahan <i>Silica Fume</i> dan <i>Superplasticizer</i> Dengan Berat Volume Untuk Beton Umur 7 Hari	41
5.6 Hubungan Penambahan <i>Silica Fume</i> dan <i>Superplasticizer</i> Dengan Berat Volume Untuk Beton Umur 28 Hari	42
5.7 Hubungan penambahan <i>silica fume</i> dengan kuat desak beton umur 3 hari	47
5.8 Hubungan penambahan <i>silica fume</i> dengan kuat desak beton umur 7 hari	48
5.9 Hubungan penambahan <i>silica fume</i> dengan kuat desak beton umur 28 hari	49
5.10 Hubungan pengaruh umur beton dengan kuat desak beton	52
5.11 Pencapaian Kekuatan Beton terhadap Umur 28 Hari	56

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Sifat-sifat fisik <i>silica fume</i>	9
2.2 Komposisi kimia <i>silica fume</i>	10
5.1 Berat volume beton umur 3 hari	36
5.2 Berat volume beton umur 7 hari	37
5.3 Berat volume beton umur 28 hari	37
5.4 Nilai slump rata-rata	45
5.5 Persentase kenaikan kuat desak beton umur 3 hari	47
5.6 Persentase kenaikan kuat desak beton umur 7 hari	48
5.7 Persentase kenaikan kuat desak beton umur 28 hari	49
5.8 Kuat desak beton normal dan beton dengan bahan tambah untuk Umur 3, 7 dan 28 hari	52
5.9 Pencapaian kekuatan beton normal terhadap umur 28 hari	54
5.10 Pencapaian kekuatan beton BSF 2,5 terhadap umur 28 hari	54
5.11 Pencapaian kekuatan beton BSF 5,0 terhadap umur 28 hari	54
5.12 Pencapaian kekuatan beton BSF 7,5 terhadap umur 28 hari	55
5.13 Pencapaian kekuatan beton BSF 10 terhadap umur 28 hari	55

## DAFTAR NOTASI

ACI : American Concrete Institute

DOE : Department of Environment

$f_{as}$  : Faktor air semen

$f'_c$  : Kuat desak beton (MPa)

$f'_{cr}$  : Kuat desak beton rata-rata (MPa)

MHB : Modulus Halus Butir

SF : Silica Fume

SP : Superplasticizer

ssd : Saturated surface dry (jenuh kering permukaan)

$\phi$  : Diameter benda uji

$\mu m$  : Mikron

$^{\circ}C$  : Derajad Celcius

BN : Beton Normal tanpa bahan tambah

BSF 2,5: Beton *Silica Fume* 2,5 % dari berat semen ditambah *Superplasticizer* 0,6 % dari berat semen

BSF 5,0: Beton *Silica Fume* 5 % dari berat semen ditambah *Superplasticizer* 0,8 % dari berat semen

BSF 7,5: Beton *Silica Fume* 7,5 % dari berat semen ditambah *Superplasticizer* 1,0 % dari berat semen

BSF 10: Beton *Silica Fume* 10 % dari berat semen ditambah *Superplasticizer* 1,2 % dari berat semen

## ABSTRAKS

Dibandingkan dengan bahan struktur yang lain, pemilihan beton sebagai material struktur utama pada bangunan mempunyai beberapa kelebihan, antara lain, relatif lebih murah, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, tahan terhadap temperatur yang tinggi dan biaya pemeliharaan yang kecil. Salah satu cara untuk mendapatkan kekuatan beton yang tinggi dan dapat mengurangi penurunan kekuatan yang terjadi akibat kerusakan adalah dengan menambahkan bahan tambah/*addmixture*.

Penelitian yang telah dilakukan ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan beton yang menggunakan bahan tambah *silica fume* dan *superplasticizer*. Variasi penambahan *silica fume* adalah 0%; 2,5%; 5%; 7,5% dan 10% dari berat semen, sedangkan penambahan *superplasticizer* disesuaikan dengan kebutuhan agar nilai slump sesuai dengan perencanaan yaitu sebesar 150 mm.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* dapat meningkatkan kuat desak beton dengan *workability* (kemudahan pengerjaan) yang cukup tinggi. Nilai kuat desak beton ( $f'_c$ ) dengan penambahan *silica fume* meningkat untuk semua variasi. Pada variasi penambahan *silica fume* 2,5% ; 5% ; 7,5% dan 10% dengan penambahan *superplasticizer* 0,6% ; 0,8% ; 1,0% dan 1,2% terhadap berat semen, kuat desak beton untuk umur 3 hari meningkat berturut-turut sebesar 21,71% ; 33,46% ; 35,11% dan 46,68% dibandingkan dengan beton normal, untuk umur 7 hari meningkat berturut-turut sebesar 31,89% ; 41,52% ; 45,58% ; 57,75% dan untuk umur 28 hari meningkat berturut-turut sebesar 9,44%; 22,09%; 43,58% ; 50,51%. Peningkatan optimum terjadi pada penambahan *silica fume* 10 % dan *superplasticizer* 1,2 % terhadap berat semen dengan kuat desak beton yang dihasilkan sebesar 56,36 MPa. Namun ikatan awal yang tertinggi terjadi pada penambahan *silica fume* 2,5 % dan *superplasticizer* 0,6 % dengan persentase kuat desak yang dihasilkan terhadap beton umur 28 hari adalah sebesar 60% dan 86,26% untuk beton umur 3 dan 7 hari.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dibandingkan dengan bahan struktur yang lain, pemilihan beton sebagai material struktur utama pada bangunan mempunyai beberapa kelebihan, antara lain, relatif lebih murah, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, tahan terhadap temperatur yang tinggi dan biaya pemeliharaan yang kecil. Perlu diingat, bahwa beton juga dapat mengalami kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh mekanis, fisika dan kimia. Mulyono (2003) menjelaskan bahwa kerusakan akibat pengaruh mekanis yang paling umum adalah akibat terjadinya gempa, dengan variasi kerusakan yang timbul dapat berupa goresan-goresan (retak-retak rambut) sampai ke kerusakan hancur. Kerusakan akibat pengaruh fisika dapat terjadi karena pengaruh temperatur yang dapat menimbulkan kehilangan panas hidrasi. Kerusakan akibat pengaruh fisika yang lain dapat terjadi akibat waktu dan suhu, misalnya *creep* dan *crack* serta penurunan yang tidak sama pada tanah dasarnya. Kerusakan yang paling banyak muncul pada struktur beton adalah akibat dari pengaruh kimia, misalnya akibat korosi dan tingkat keasaman yang tinggi.

Beton merupakan campuran semen portland, pasir, kerikil, dan air. Semen portland dan air setelah bertemu akan bereaksi, butir-butir semen bereaksi dengan air menjadi gel yang dalam beberapa hari menjadi keras dan saling merekat. Agregat

yaitu pasir dan kerikil tidak mengalami proses kimia, melainkan hanya sebagai bahan pengisi saja yaitu sebagai bahan yang dilekatkan. Air, semen portland, kerikil dan pasir akan menghasilkan suatu campuran yang plastis (antara cair dan padat) dan dapat dituang ke dalam cetakan untuk membentuknya menjadi bentuk yang diinginkan setelah menjadi keras (Astanto, 2001).

Beton dengan kuat desak tinggi dapat diperoleh dengan pemilihan mutu material pembentuk campurannya, misalnya kekerasan agregat dan kehalusan butir semen. Selain itu dalam perkembangan teknologi beton telah digunakan bahan tambah/*addmixture* sebagai campuran mortar beton untuk meningkatkan kinerja dan mutu beton. Ini merupakan salah satu cara untuk mendapatkan kekuatan beton yang tinggi dan dapat mengurangi penurunan kekuatan yang terjadi akibat kerusakan.

Salah satu bahan tambah yang sering digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton adalah *silica fume*. *Silica fume* memiliki sifat *pozzolan* yang memungkinkan terbentuknya perekat baru semacam semen akibat reaksi antara *Silica Dioksida* ( $\text{SiO}_2$ ) yang terkandung dalam *silica fume* dengan *Calcium Hidroksida* ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) dari hasil hidrasi semen yang akan meningkatkan kekerasan beton. Selain itu dengan ukuran butirnya yang halus, *silica fume* akan mengisi pori-pori dalam campuran mortar beton sehingga akan menambah kepadatan beton. Sedangkan *superplasticizer* adalah bahan tambah untuk meningkatkan *workability* beton segar dan dapat mereduksi kadar air pada campuran mortar beton tanpa mengurangi nilai slump, sehingga beton dapat dikerjakan dengan baik, tidak terjadi pemisahan dari adukan, dan mutu beton yang dihasilkan meningkat.

Kekuatan beton yang tinggi dapat dicapai dengan menurunkan rasio air, dan *workability* (kemudahan pengerjaan) yang tinggi didapat dengan menambah dosis *superplasticizer*. Namun demikian, beton berkemampuan tinggi dengan kekuatan serta *workability* yang tinggi tidak dapat diproduksi dengan hanya dengan cara-cara ini karena menurunkan rasio air akan menurunkan kemudahan pengerjaan (*workability*) dan ada batasan untuk meningkatkan *workability* yang dapat diperoleh dengan menambah *superplasticizer*. Peningkatan beton berkekuatan tinggi, dan *workability* tinggi dapat dicapai tanpa menurunkan rasio air. Hal ini dapat dilakukan dengan menambah *silica fume* yang diembunkan (Kwan, 2000).

Pada tugas akhir ini, penelitian yang akan dilakukan adalah untuk mengetahui kekuatan beton menggunakan bahan tambah *silica fume* dan *superplasticizer* dengan berbagai variasi penambahan.

## 1.2 Rumusan dan Batasan Masalah

Penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* kepada beton dengan variasi penambahan yang berbeda digunakan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap peningkatan kekuatan beton, maka variasi penambahan dilakukan terhadap benda uji yang akan dibuat. Rumusan masalah yang akan diteliti adalah apakah pengaruh variasi penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* mampu meningkatkan kekuatan beton.

Agar pembahasan tidak meluas, maka batasan-batasan masalah yang diambil adalah meliputi sebagai berikut ini.

1. Kuat desak yang direncanakan adalah sebesar  $f'_c = 25$  MPa, perencanaan campuran menggunakan metode *DOE* (*Department of Environment*).
2. Variasi penambahan *silica fume* adalah 0% ; 2,5% ; 5% ; 7,5% dan 10% dari berat semen, sedangkan penambahan *superplasticizer* diberikan dengan variasi 0,6% ; 0,8% ; 1,0% dan 1,2% terhadap berat semen.
3. Benda uji yang digunakan adalah silinder beton ( $\phi$  15 cm x 30 cm).
4. Setiap variasi menggunakan 10 benda uji untuk masing-masing pengujian.
5. Perawatan beton dengan cara direndam dalam kolam perendaman.
6. Pengujian kuat desak adalah setelah beton berumur 3, 7 dan 28 hari untuk masing-masing variasi penambahan.
7. Semen yang digunakan adalah semen portland jenis I merk Nusantara kemasan 50 kg.
8. Agregat halus (pasir) yang digunakan berasal dari Merapi, Kaliurang.
9. Agregat kasar berupa batu split (batu pecah) yang digunakan berasal dari Kali Clereng, Kulonprogo.
10. Air yang digunakan adalah dari Laboratorium BKT, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
11. *Silica fume* yang digunakan memakai merk SIKA FUME dengan tipe Densified Silica Fume. *Superplasticizer* yang digunakan memakai merk SIKAMENT-NN dengan tipe High Range Water-Reducing. Keduanya produksi PT. SIKA INDONESIA.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah:

1. untuk mengetahui apakah penambahan *silica fume* yang berperan sebagai *filler* (pengisi) akan menghasilkan beton yang lebih padat dibandingkan dengan beton normal,
2. untuk mengetahui apakah penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* dengan berbagai variasi penambahan akan menghasilkan kuat desak yang lebih tinggi daripada beton tanpa bahan tambah (beton normal),
3. mengetahui persentase penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* yang paling optimal sehingga dihasilkan beton dengan kekuatan yang tinggi.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dengan pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kadar *silica fume* dan *superplasticizer* yang optimal untuk meningkatkan kuat desak beton ( $f'_c$ ).
2. Dengan meningkatnya kuat desak beton ( $f'_c$ ), maka dimensi konstruksi beton menjadi lebih ramping dan ekonomis serta kuat secara teknis.
3. Mendapatkan beton dengan kuat desak yang tinggi dengan kemudahan dalam pengerjaan (*workability* tinggi).

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu-batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya. Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya (Dipohusodo, 1994).

Beton segar yang baik ialah beton yang dapat diaduk, diangkut, dituang, dipadatkan, tidak ada kecenderungan terjadi *segregasi* (pemisahan kerikil dari adukan) maupun *bleeding* (pemisahan air dan semen dari adukan).

Beton yang baik mempunyai kuat tarik, kuat tekan, dan kuat lekat yang tinggi, kedap air, tahan aus, tahan cuaca, tahan zat-zat kimia, susutan pengerasannya kecil dan elastisitasnya tinggi (Astanto, 2001).

## 2.2 Sifat-Sifat Beton

Karakteristik atau sifat beton harus dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kualitas yang dituntut untuk suatu tujuan konstruksi tertentu. Pendekatan praktis yang paling baik untuk mengusahakan kesempurnaan semua sifat beton, akan berarti pemborosan bilamana dipandang dari segi ekonomi. Yang paling diharapkan dari suatu konstruksi ialah dapat memenuhi harapan maksimal, dengan tepat mengikuti variasi sifat-sifat beton, dan tidak hanya terpancang pada satu pandangan saja, misalnya kekuatan harus semaksimal mungkin.

Menurut Murdock dan Brook (1978), beton memiliki sifat-sifat sebagai berikut ini.

### 1. Kuat hancur

Kuat desak beton adalah sekitar  $80 \text{ N/mm}^2$  ( $12000 \text{ lb/in}^2$ ), atau lebih, tergantung pada perbandingan air semen serta tingkat kepadatannya. Kuat hancur antara  $20$  dan  $50 \text{ N/mm}^2$  pada umur 28 hari biasa diperoleh di lapangan bila pengawasan di lapangan baik.

### 2. Kuat tarik beton

Kuat tarik beton berkisar seper-delapan belas kuat desak pada waktu umur beton masih muda, dan berkisar seper-duapuluh sesudahnya. Biasanya tak diperhitungkan dalam perencanaan bangunan beton. Kuat tarik merupakan bagian terpenting di dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu. Pengujian kuat tarik diadakan untuk pembuatan beton konstruksi jalan raya dan lapangan terbang.

### 3. Kekuatan geser

Di dalam praktek, geser dalam beton selalu diikuti oleh desak dan tarik oleh lenturan, dan bahkan di dalam pengujian tidak mungkin menghilangkan elemen lentur.

## 2.3 Perbaikan Mutu Beton

Perbaikan mutu beton dapat dilakukan dengan memperhatikan hal-hal berikut ini.

1. Pemilihan agregat dan semen (Murdock dan Brook, 1978).
2. Perawatan yang baik terhadap beton (Mulyono, 2003).
3. Penggunaan air suling untuk menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% (Astanto, 2001).
4. Penambahan zat kimia untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dari campuran beton (Kusuma dkk., 1994).

*Silica fume* merupakan bahan tambah yang sangat efektif untuk memproduksi beton dengan kualitas tinggi. Tersusun lebih dari 95%  $\text{SiO}_2$  dengan ukuran partikel lebih kecil dari 1 micron (100 kali lebih halus dari semen). Dengan ukuran butirnya yang halus, *silica fume* akan mengisi pori-pori dalam campuran mortar beton sehingga akan menambah kepadatan beton.

Khayat dkk. (1997) menyatakan bahwa *silica fume* merupakan hasil sampingan dari produk logam silikon atau aloi ferosilikon. *Silica fume* berupa partikel-partikel halus bulat dengan ukuran partikel rata-rata antara 0,1-0,2  $\mu$  m.

Ilham (2004) menyebutkan bahwa de Larrard dan Aitcin (1993) menjelaskan *silica fume* digunakan sebagai pengganti sebagian dari semen atau sebagai bahan tambah ketika sifat-sifat khusus diperlukan seperti penempatan mudah, kekuatan tinggi, permeabilitas rendah, durabilitas tinggi dan lain-lain.

Kencanawati dan Setyandito (2004) menyebutkan bahwa Monteiro dkk dalam ACI (1997), menjelaskan bahwa penggunaan *silica fume* dalam desain standar campuran, kuat tekan beton normal dapat ditingkatkan. Semua itu karena terjadinya reaksi *pozzolanic* yang menerus antara *silica fume* dan kalsium hidroksida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , serta kristalisasi dari kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang dapat mengurangi jumlah pori yang ada sehingga mencapai kepadatan yang cukup tinggi. Hal inilah yang merupakan salah satu alasan mengapa beton yang mengandung *silica fume* sangat kuat dan kedap air.

Tabel 2.1. Sifat-sifat fisik *silica fume*

Parameter	<i>Silica Fume</i>	ASTM C 1240-93
Jari-jari pori rata-rata, $\mu\text{m}$	0.13	-
Distribusi ukuran median, $\mu\text{m}$	8.53	-
Luas permukaan spesifik, $\text{m}^2/\text{g}$	216.0	-
Tertahan ayak 45 $\mu\text{m}$ (%)	-	maksimum 10.0
Luas permukaan spesifik (Blaine) $\text{m}^2/\text{kg}$	600	15-30 $\text{m}^2/\text{g}$
Kelembaban (kering udara), (%)	0.09	Maksimum 3.0
Berat Jenis	2.23	-

Sumber : Ilham (2004)

Tabel 2.1. memperlihatkan partikel-partikel *silica fume* dalam ukuran yang sangat halus, yaitu antara 0,1-0,2  $\mu\text{m}$ . Menurut ACI Committee 226 (1987), diameter rata-rata *silica fume* adalah sekitar 0,1  $\mu\text{m}$ , yaitu 100 kali lebih kecil dari rata-rata partikel semen.

Tabel 2.2 Komposisi kimia *silica fume*

Unsur	Silica fume (%)	ASTM C1240-93
Silikon dioksida, SiO <sub>2</sub>	93.09	Minimum 85.0
Aluminum oksida, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.42	-
Kalsium oksida, CaO	0.00	-
Magnesium oksida, MgO	0.93	-
Mangan oksida, MnO	0.08	-
Pospor oksida, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.23	-
Sulfur trioksida, SO <sub>3</sub>	0.10	-
Titanium oksida, TiO <sub>2</sub>	0.08	-
Ferik oksida, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.09	-
Karbon, C	2.19	-
Loss on ignition, LOI	1.49	Maksimum 6.0

Sumber : Ilham (2004)

Keuntungan yang dihasilkan dari pemakaian bahan tambah ini adalah sebagai berikut ini.

1. Menambah daya lekat (cohesiveness) dan kestabilan (stability) dari campuran beton.
2. Kepadatan bertambah tinggi.
3. Daya tembus gas menjadi sangat berkurang.
4. Sangat mengurangi infiltrasi dari klorid (chlorides).
5. Mempercepat terbentuknya kekuatan beton.

Menurut Nawy (1985) *superplasticizer* adalah bahan yang dapat disebut sebagai “bahan tambahan kimia pengurang air”. Tiga jenis *plasticizer* adalah :

1. Kondensasi sulfonat melamin formaldehid dengan kandungan klorida sebesar 0,005%.
2. Sulfonat naftalin formaldehid dengan kandungan klorida yang dapat diabaikan.
3. Modifikasi lignosulfonat tanpa kandungan klorida.

Nawy (1985) juga menjelaskan ketiga jenis bahan tambahan ini dibuat dari sulfonat organik dan disebut *superplasticizer* karena bahan ini dapat banyak mengurangi air pada campuran beton sementara slump beton bertambah sampai 8 in. (208 mm) atau lebih. Dosis yang disarankan adalah 1 sampai 2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan tekan pada beton.

Bahan tambah kimia pengurang air atau disebut juga *superplasticizer*, ditambahkan dalam dosis yang kecil selama penambahan air, dengan dosis sebesar 0,2% dari berat semen yang pada pokoknya menambah nilai slump dari beton. Beton dengan nilai slump lebih besar dari 7 in. (178 mm) tanpa terjadi *segregation* maupun *bleeding* yang disebut beton mengalir (*flowing concrete*) (Somayaji, 2001).

Smith dan Andres (1989) menyebutkan keuntungan yang dihasilkan dari pemakaian bahan tambah ini adalah untuk :

1. mempertahankan kandungan air dan semen tetap, membuat campuran beton menjadi sangat mudah dikerjakan, dan
2. mereduksi kebutuhan air dan mempertahankan kandungan semen dan kemudahan pengerjaan (*workability*) dan pada saat yang sama menghasilkan beton dengan kekuatan yang tinggi dengan nilai *fus* (*water-cement ratio*) yang rendah.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Umum

Salah satu material yang banyak digunakan untuk struktur teknik sipil adalah beton. Beton didapat dari campuran semen portland, air dan agregat pada perbandingan tertentu. Sifat-sifat beton tergantung pada sifat-sifat bahan penyusunnya, cara pengadukan, penuangan, pemadatan, dan perawatan beton selama proses pengerasannya.

*Silica fume* memiliki kadar *silika dioksida* ( $\text{SiO}_2$ ) yang tinggi, sekitar 92-94% dari komposisi kimia fisika-nya. Penggunaan *silica fume* dalam campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi (Mulyono, 2003).

Penambahan *superplasticizer* pada beton mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang lebih besar. Bahan ini digolongkan sebagai sarana untuk menghasilkan beton “mengalir” tanpa terjadinya pemisahan (*segregation*) dan umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar (Murdock dan Brook, 1978).

### 3.2 Materi Penyusun Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (Nawy, 1985). Materi Penyusunnya terdiri dari beberapa bahan sebagai berikut ini.

#### 3.2.1 Semen Portland

Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Berat jenisnya berkisar antara 3,12 dan 3,16 dan berat volume 1 sak semen adalah 94 lb/ft<sup>3</sup>. Bahan baku pembentuk semen adalah kapur (CaO)-dari kapur, silika (SiO<sub>2</sub>)-dari lempung, alumina (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)-dari lempung (Nawy, 1985).

PUBBI (1982) menyebutkan semen dapat dibedakan menjadi 5 jenis, menurut perbedaan komposisi senyawa kimia yang terkandung pada semen, yaitu sebagai berikut ini.

Jenis I : Semen portland yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

Jenis II: Semen portland yang tahan sulfat dan menghasilkan panas hidrasi yang rendah.

Jenis III: Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan pengerasan awal yang tinggi.

Jenis IV: Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no. 100, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton.

Astanto (2001) menyebutkan bahwa dalam pelaksanaan pekerjaan beton, besar butir agregat selalu dibatasi oleh ketentuan maksimal persyaratan agregat, yaitu :

- a. ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih dari  $\frac{3}{4}$  kali jarak bersih antar baja tulangan atau antara tulangan dan cetakan,
- b. ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari  $\frac{1}{3}$  kali tebal pelat, dan
- c. ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari  $\frac{1}{5}$  kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan.

Mulyono (2003) mengatakan bahwa Abrams (1918) mendefinisikan Modulus Halus Butir (*finnes modulus*) atau biasa disingkat MHB adalah suatu indeks yang dipakai untuk mengukur kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. MHB didapat dari jumlah persen kumulatif dari butir agregat yang tertinggal di atas satu set ayakan 40 ; 20 ; 10 dan 4,8 mm untuk kerikil, dan untuk pasir dengan lubang ayakan 4,8 ; 2,4 ; 1,2 ; 0,6 ; 0,3 dan 0,15 mm, kemudian nilai tersebut dibagi dengan seratus. Makin besar nilai MHB suatu agregat berarti semakin besar butiran agregatnya. Umumnya agregat halus mempunyai MHB sekitar 1,5-3,8 dan kerikil mempunyai nilai MHB 5-8. Nilai ini juga dapat dipakai sebagai dasar untuk mencari perbandingan dari campuran agregat. Untuk agregat campuran nilai MHB yang biasa dipakai sekitar 5-6.

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, dan pasir) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (Murdock dan Brook, 1978).

### 3.2.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (Mulyono, 2003).

Menurut Astanto (2001), pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi syarat-syarat sebagai berikut ini.

1. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
2. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.
3. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter.
4. Tidak mengandung zat organik, asam, dan garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter.

Air selain digunakan untuk pengikatan beton, digunakan juga untuk perawatan sesudah beton dituang, yaitu untuk merendam atau membasahi beton. Air yang digunakan untuk bereaksi hidrasi dengan semen diperlukan sedikitnya 20-30% jumlah air dari berat semen. Kelebihan air pada campuran beton akan menurunkan kekuatan beton karena menimbulkan pori-pori yang mengurangi kepadatan beton.

Jumlah air optimum dalam suatu rancangan campuran beton ditentukan dari kemudahan pekerjaan yang dapat dicapai. Jumlah air optimum dikatakan tercapai apabila kemudahan pekerjaan pengecoran sesuai dengan tuntutan (dinyatakan dengan uji slump). Penyimpangan jumlah air dapat berakibat :

1. Bila air terlalu sedikit, maka :
  - a. dalam batas tertentu kekuatan tekan beton bisa naik,
  - b. pekerjaan pengecoran menjadi lebih sulit karena air yang juga berfungsi sebagai pelumas berkurang,
  - c. *loss of slump* beton menjadi lebih singkat sehingga proses pengecoran dituntut lebih cepat, dan
  - d. diperlukan sistem pemadatan ekstra agar didapat beton yang padat, bila tidak kemungkinan besar beton akan menjadi keropos.
2. Bila air terlalu banyak, maka :
  - a. kekuatan tekan beton turun,
  - b. pekerjaan pengecoran lebih mudah,
  - c. *loss of slump* beton lebih lama, proses pengecoran/pemadatan lebih lama.

- e) bahan kimia tambahan berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

Mulyono (2003) menyebutkan menurut standar "*Spesification for Silica Fume for Use in Hydraulic-Cemen Concrete and Mortar*" (ASTM.C.1240,1995: 637-642) *silica fume* adalah material *pozzollan* yang halus, dimana komposisi *silica* lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau *alloy* besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara *microsilica* dengan *silica fume*). Penggunaan *silica fume* dalam campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi. Beton dengan kekuatan tinggi digunakan, misalnya, untuk kolom struktur atau dinding geser, pre-cast atau beton pra-tegang dan beberapa keperluan lain. Kriteria kekuatan beton berkinerja tinggi saat ini sekitar 50-70 MPa untuk umur 28 hari. Penggunaan *silica fume* berkisar antara 0-30% untuk memperbaiki karakteristik kekuatan dan keawetan beton dengan faktor air semen sebesar 0,34 dan 0,28 dengan atau tanpa bahan *superplasticizer* dan nilai slump 50 mm.

*Superplasticizer* adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang cukup besar (Murdock dan Brook, 1978).

Keistimewaan penggunaan *superplasticizer* dalam campuran pasta semen maupun campuran beton antara lain :

- a) Menghasilkan beton mengalir tanpa terjadi pemisahan yang tak diinginkan antara agregat dengan pasta semen.
- b) Meningkatkan *workability*.

- c) Meningkatkan kuat tekan dengan pengurangan kadar air.
- d) Tidak adanya udara yang masuk.

Penambahan 1% udara kedalam beton dapat menyebabkan pengurangan kekuatan (*strength*) rata-rata 6%. Untuk memperoleh kekuatan yang tinggi, diharapkan dapat menjaga kandungan udara (*air content*) di dalam beton serendah mungkin. Penggunaan *superplasticizer* menyebabkan sedikit bahkan tidak ada udara masuk ke dalam beton.

- e) Tidak adanya pengaruh korosi terhadap tulangan.

*Superplasticizer* formulasinya tidak berisi *chlorida* yang dapat menyebabkan korosi pada tulangan beton.

### 3.3 Faktor Air Semen

Faktor air semen (*fas*) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen (*fas*) sangat mempengaruhi kekuatan beton. Kenaikan *fas* mempunyai pengaruh yang sebaliknya terhadap sifat-sifat beton seperti permeabilitas, ketahanan terhadap gaya dan pengaruh cuaca, ketahanan terhadap abrasi, kekuatan tarik, rayapan, penyusutan dan terutama kuat tekan (Murdock dan Brook, 1978).

### 3.4 Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Tingkat kelecakan ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin besar nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya, sehingga semakin mudah dikerjakan.

### 3.5 Workability

Istilah *workability* sulit untuk didefinisikan dengan tepat, Murdock dan Brook (1978) menyebutkan bahwa Newman (1965) mengusulkan agar didefinisikan pada sekurang-kurangnya tiga buah sifat yang terpisah:

1. Kompaktibilitas, adalah kemudahan dalam memadatkan beton sehingga rongga-rongga udara dapat diminimalkan.
2. Mobilitas, yaitu beton dapat mengalir ke dalam cetakan di sekitar baja tulangan.
3. Stabilitas, adalah kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi agregasi/pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton antara lain sebagai berikut ini.

1. Jumlah air yang digunakan dalam campuran adukan beton.
2. Jumlah semen yang digunakan.
3. Penambahan bahan tambah tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan *workability* adukan pada *fas* rendah.

### 3.6 Perencanaan Campuran Adukan Beton (Mix Design)

Dalam penelitian ini, perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode *DOE* (*Department of Environment*). Metode *DOE* merupakan perencanaan adukan beton cara Inggris (*"The British Mix Design Method"*) yang tercantum dalam *"Design of Normal Concrete Mixes"* dan telah dipakai sejak 1975 (Astanto, 2001). Langkah-langkah perencanaan dengan metode *DOE* dapat dilihat pada lampiran B1 – B10.



Jenis V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

### 3.2.2 Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang merupakan bahan pengisi dalam campuran beton. Beton biasanya terdiri dari 60% sampai 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat. Agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar (Nawy, 1985).

Nawy (1985) membagi agregat ke dalam dua jenis agregat sebagai berikut ini.

#### 1. Agregat kasar

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi  $\frac{1}{4}$  in (6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen. Jenis agregat kasar yang umum adalah: batu pecah alami, kerikil alami, agregat kasar buatan, agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat.

#### 2. Agregat halus (pasir alami dan buatan).

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara ukuran no. 4 dan no. 100 saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik

- d. terjadi *segregation* (pemisahan butiran) dalam campuran sehingga kuat tekan beton turun, dan
- e. terjadi penyusutan karena air kelebihan yang mengisi pori-pori beton suatu saat akan menguap meninggalkan pori-pori dalam beton.

#### 3.2.4 Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya (Mulyono, 2003).

Astanto (2001) menyebutkan bahwa dalam SK SNI S-18-1990-03 tentang spesifikasi bahan tambahan untuk beton, bahan kimia tambahan dapat dibedakan menjadi 5 jenis berikut ini :

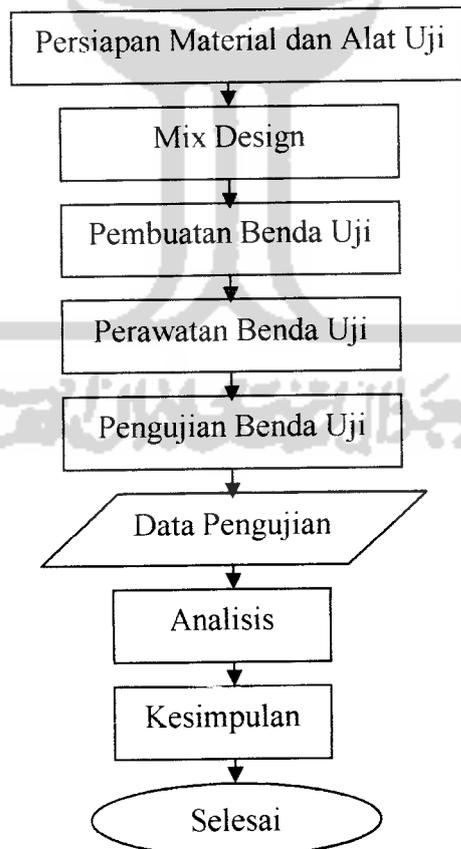
- a) bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan itu diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen biasa,
- b) bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan beton,
- c) bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton,
- d) bahan kimia tambahan berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan, dan

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Umum

Metode penelitian adalah ilmu yang mempelajari cara-cara melakukan pengamatan dengan melalui tahapan yang disusun secara ilmiah untuk mencari, menyusun serta menganalisis dan menyimpulkan data (Narbuko dan Achmadi, 2003). Urutan pelaksanaan penelitian seperti pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** *Flowchart Pelaksanaan Penelitian*

## 4.2 Bahan Penelitian

Pada penelitian ini, bahan-bahan yang digunakan meliputi, semen, agregat, air, *silica fume* dan *superplasticizer*, yang selanjutnya akan dijelaskan dalam sub-sub bab berikut ini.

### 4.2.1 Semen

Semen sebagai bahan pengikat adukan beton dalam penelitian ini digunakan semen portland merk Nusantara kemasan 50 kg. Pengamatan dilakukan secara visual terhadap kemasan kantong 50 kg, tertutup rapat, bahan butirannya halus serta tidak terjadi penggumpalan.

### 4.2.2 Agregat

Terdapat dua macam agregat yang digunakan, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

1. Agregat halus, yang digunakan pasir berasal dari lereng Gunung Merapi. Pengamatan yang nampak adalah butirannya agak kasar dan tidak teratur. Dalam penelitian ini pasir disyaratkan lolos saringan 4,8 ; 2,4 ; 1,2 ; 0,6 ; 0,3 ; dan 0,15 mm. Pada saat digunakan pasir harus dalam keadaan jenuh kering permukaan (*saturated surface dry*).
2. Agregat kasar, yang digunakan kerikil berasal dari Kali Clereng, memiliki ciri-ciri sudut-sudutnya yang tajam dan permukaan relatif kasar. Pada proses persiapan kerikil diayak untuk memperoleh ukuran yang diinginkan. Dalam penelitian ini dipakai kerikil dengan diameter 20 mm. Pada saat pengadukan,

kerikil harus berada dalam keadaan jenuh kering permukaan (*saturated surface dry*).

#### 4.2.3 Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Pemeriksaan hanya dilakukan secara visual dari penampakannya yaitu jernih, tidak berbau, serta dapat dimanfaatkan sebagai air minum.

#### 4.2.4 Silica Fume

*Silica Fume* yang digunakan adalah tipe *Densified Silica Fume* dengan kemasan 20 kg per-sak merk SIKAFUME produksi PT. Sika Indonesia. Pengamatan dilakukan secara visual terhadap tanggal pembuatan tidak lebih dari 1 tahun. *Silica fume* merupakan bubuk halus yang berwarna abu-abu. Variasi penambahan *silica fume* adalah 0% ; 2,5% ; 5% ; 7,5% dan 10% dari berat semen.

#### 4.2.5 Superplasticizer

*Superplasticizer* yang digunakan adalah tipe *High Range Water-Reducing* dengan kemasan per 1 kg merk SIKAMENT-NN produksi PT. Sika Indonesia. Pengamatan dilakukan secara visual terhadap tanggal pembuatan tidak lebih dari 1 tahun. *Superplasticizer* ditambahkan sesuai dengan kebutuhan untuk mendapatkan nilai slump yang telah ditetapkan yaitu 150 mm.

### **4.3 Peralatan Pengujian**

Dalam penelitian ini, beberapa peralatan yang digunakan sebagai prasarana untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian ini, antara lain, ayakan, timbangan, mistar dan kaliper, mesin aduk beton, cetok dan talam baja, kerucut Abrams dan batang baja, mesin uji kuat desak dan cetakan benda uji, yang selanjutnya akan diuraikan dalam sub-sub bab berikut ini.

#### **4.3.1 Ayakan**

Ayakan yang digunakan untuk mengetahui gradasi pasir dan kerikil. Ukuran yang digunakan untuk memisahkan diameter butiran pasir adalah 4,8 ; 2,4 ; 1,2 ; 0,6 ; 0,3 ; dan 0,15 mm. Sedangkan untuk memisahkan butiran kerikil dengan diameter butir maksimum 20 mm adalah 40; 20; 10; dan 4,8 mm.

#### **4.3.2 Timbangan**

Timbangan yang digunakan adalah merk "Fagani" dengan kapasitas 150 kg dengan ketelitian 0,1 kg dan merk "Ohaus" kapasitas 20 kg dan 5 kg dengan ketelitian 0,1 gram, digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan dalam penelitian.

#### **4.3.3 Mistar dan Kaliper**

Mistar baja dengan ukuran panjang 30 cm dengan ketelitian 1 mm dan kaliper ukuran panjang 35 cm dengan ketelitian 0,05 mm digunakan untuk mengukur dimensi benda uji yang digunakan dalam penelitian.

#### **4.3.4 Mesin Aduk beton**

Mesin aduk beton (mixer) digunakan untuk mengaduk bahan susun campuran beton (semen, kerikil, pasir, dan air) serta bahan tambah sehingga diperoleh campuran adukan beton yang homogen.

#### **4.3.5 Cetok dan Talam Baja**

Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton ke dalam cetakan silinder beton, talam baja digunakan untuk menampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk beton.

#### **4.3.6 Kerucut Abrams dan Batang Baja**

Kerucut Abrams digunakan untuk mengukur tingkat kelecakan atau slump dari adukan beton, dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm. Batang baja digunakan untuk memadatkan adukan yang telah dimasukkan ke dalam cetakan, dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm.

#### **4.3.7 Mesin Uji Kuat Desak**

Mesin yang digunakan untuk menguji kuat desak silinder beton adalah mesin uji desak merk "Controls" dengan kapasitas 2000 KN. Cara pengujian kuat tekan dilakukan dengan meletakkan silinder secara vertikal dan kemudian ditekan dari atas, luas bidang tekan adalah luas alas silinder tersebut.

#### 4.3.8 Cetakan Benda Uji

Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

#### 4.4 Pelaksanaan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini, langkah-langkah yang ditempuh meliputi persiapan, pembuatan benda uji, pengujian slump, perawatan beton, pelaksanaan pengujian dan pengolahan data, yang penjelasannya dalam sub-sub bab berikut ini.

##### 4.4.1 Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi pengujian sifat-sifat teknis bahan susun beton (pasir, kerikil dan semen), perancangan adukan beton.

a. Uji Agregat Halus (pasir)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis dan berat volume pasir keadaan jenuh permukaan (*saturated surface dry*).

b. Uji Agregat Kasar (kerikil)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis dan berat volume kerikil keadaan jenuh permukaan (*saturated surface dry*).

c. Perencanaan Campuran Adukan Beton

Komposisi material yang digunakan dalam campuran adukan beton ini didapatkan dengan menggunakan metode DOE.

Hasil pengujian sifat-sifat teknis pasir dan kerikil dapat dilihat pada lampiran A1-A9, sedangkan perhitungan mix design dapat dilihat pada lampiran C1 – C4

#### 4.4.2 Pembuatan Benda Uji

Beton yang dirancang dengan komposisi bahan material yang telah ditentukan harus disertai dengan pelaksanaan yang baik agar menghasilkan beton yang sesuai dengan kekuatan yang telah direncanakan. Pada beton dengan campuran bahan tambah ini, pelaksanaan pemadatan merupakan bagian yang sangat menentukan karena akan mempengaruhi kekuatan beton. Oleh karena itu perlu diperhatikan prosedur pelaksanaan pembuatan beton yang akan dijelaskan sebagai berikut ini.

- a. Bahan dan alat yang akan digunakan disiapkan lebih dahulu agar dalam pelaksanaan nanti tidak terjadi pencarian yang akan mengakibatkan keterlambatan, sebab dalam pengadukan beton tidak boleh berhenti sampai beton masuk ke dalam cetakan agar beton tidak mengering. Adapun bahan dan alatnya sebagaimana yang telah disebutkan diatas.
- b. Cara pembuatan benda uji (SK SNI M – 62 – 1990 – 03).

##### 1. Penempatan cetakan

Cetakan diletakkan dekat dengan tempat penyimpanan benda uji yang akan disimpan selama 24 jam. Apabila pencetakan benda uji tidak dapat dikerjakan dekat tempat penyimpanan, benda uji tersebut harus dipindahkan segera setelah dibentuk. Cetakan ditempatkan pada tempat yang permukaannya rata, keras, bebas dari getaran dan gangguan lainnya. Permukaan benda uji harus dihindarkan dari benturan, jungkitan dan goresan.

## 2. Pencetakan

Adukan beton dimasukkan dalam cetakan dengan menggunakan sendok aduk, sendok bahan atau sekop. Setiap pengambilan adukan dari wadah harus dapat mewakili dari campuran tersebut. Apabila diperlukan campuran beton diaduk kembali dengan menggunakan sendok aduk agar tidak terjadi segregasi selama pencetakan benda uji. Sekop atau sendok aduk diletakkan di bawah permukaan bagian atas cetakan tempat adukan beton akan dituangkan, untuk menjamin distribusi atau mengurangi segregasi agregat kasar pada cetakan. Selanjutnya beton diratakan dengan menggunakan alat penusuk terlebih dahulu untuk pemadatan awal. Pada lapisan akhir, adukan beton ditambahkan sampai melebihi permukaan cetakan agar tidak perlu penambahan kembali setelah beton dipadatkan.

### 4.4.3 Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan untuk mengontrol *workability* yang diinginkan berdasarkan nilai slump yang telah direncanakan yaitu 150 mm.

1. Alat yang digunakan :
  - a. kerucut Abrams berukuran tinggi 300 mm, diameter atas 100 mm dan diameter bawah 200 mm,
  - b. batang baja dengan diameter 16 mm, digunakan untuk memadatkan adukan beton
  - c. mistar,

- d. timbangan,
  - e. tempat mengaduk beton,
  - f. cetok dan sekop.
2. Cara pengujian (SK SNI M – 12 – 1989 – F).
- a. adukan dikeluarkan dari molen,
  - b. adukan beton dimasukkan ke dalam kerucut Abrams dengan cetok sepertiga tinggi dan ditumbuk sebanyak 25 kali menggunakan batang baja,
  - c. adukan beton dimasukkan lagi setinggi  $\frac{2}{3}$  kerucut Abrams dan tumbuk lagi menggunakan batang baja sebanyak 25 kali, kemudian masukkan adukan sampai penuh dan ulangi tumbukan dengan jumlah yang sama,
  - d. adukan beton didiamkan sebentar, kemudian kerucut Abrams dicabut dengan arah tegak lurus bidang datar dan letakkan disebelah adukan yang telah dicetak tadi,
  - e. nilai slump diukur berdasarkan turunnya permukaan adukan beton segar dengan menggunakan mistar dari permukaan adukan yang paling tinggi sampai sejajar puncak kerucut Abrams,
  - f. pengujian dilakukan sampai tercapai nilai slump yang direncanakan dengan menyesuaikan penggunaan air atau bahan tambah.

#### 4.4.4 Perawatan Beton

Perawatan dapat diartikan sebagai kegiatan yang bertujuan agar struktur tetap atau mempunyai keadaan baik. Untuk menghasilkan beton yang baik, proses hidrasi

yang terjadi harus diusahakan berlangsung secara kontinyu tanpa hambatan sejak awal penuangan beton sampai pengerasan beton.

Tujuan dari perawatan beton adalah:

1. Untuk melindungi permukaan beton dari pengaruh sinar matahari, angin, hujan dan lain-lain.
2. Untuk melindungi beton selama dalam pengerasan agar suhunya berkisar  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , dengan menambahkan air dalam jumlah yang cukup selama masih dalam proses pengerasan.
3. Untuk menghindari penguapan yang dapat mengakibatkan terhentinya proses hidrasi beton pada jam-jam awal.
4. Untuk menghindari penguapan air dari beton pada hari pertama pengerasan beton secara berlebihan.

Menurut Tjokrodimuljo (1992) kondisi perawatan yang baik dapat dicapai dengan menggunakan salah satu metode di bawah ini.

1. Menaruh beton segar di dalam ruangan yang lembab.
2. Menaruh beton segar di atas genangan air.
3. Menaruh beton segar di dalam air.
4. Menyelimuti beton segar dengan menggunakan karung basah.
5. Menggenangi permukaan beton dengan air.
6. Menyirami permukaan beton setiap saat secara terus-menerus.

#### 4.4.5 Pelaksanaan Pengujian Kuat Desak

Pengujian kuat desak beton dilakukan pada umur beton yang telah ditentukan yaitu 3, 7, dan 28 hari untuk setiap variasi adukan, masing-masing 10 silinder beton. Setelah silinder beton direndam dalam air selama 28 hari, tinggi dan diameternya diukur, ditimbang beratnya, kemudian diletakkan pada alas pembebanan mesin uji kuat desak.

1. Alat yang digunakan:
  - a. Timbangan merk Ohaus kapasitas 20 kg.
  - b. Kaliper.
  - c. Alat desak beton merk Controls.
2. Cara pengujian (SK SNI M-14-1989-F).
  - a. Silinder beton dikeluarkan sehari sebelum pengujian dari rendaman untuk diangin-anginkan.
  - b. Dimensi silinder beton diukur menggunakan kaliper.
  - c. Silinder beton ditimbang.
  - d. Benda uji diletakkan pada mesin tekan secara sentris.
  - e. Mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm<sup>2</sup> per detik.
  - f. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan beban maksimum yang terjadi dicatat selama pemeriksaan benda uji.

#### 4.4.6 Pengolahan Data

Hasil dari pengujian yang masih berupa data kasar masih perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan atau korelasi antar satu pengujian dengan pengujian lainnya. Pengolahan data dilakukan menggunakan cara statistik dengan metode *student t-test* untuk mendapatkan pengaruh penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* terhadap kuat desak beton.



## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Pendahuluan

Seluruh tahap pekerjaan yang direncanakan pada penelitian ini telah selesai dilaksanakan. Dimulai dari tahap perhitungan campuran beton, kemudian persiapan bahan dan material, pembuatan dan perawatan benda uji sampai dengan pengujian kuat desak dapat dilaksanakan tanpa menemui kesulitan yang berarti. Pada bab ini akan disampaikan tentang hasil dari penelitian yang telah dilakukan. Hasil penelitian yang berupa data-data kasar, selanjutnya di analisis untuk mengetahui pengaruh penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* terhadap kuat desak beton.

#### 5.2 Hasil Penelitian

Data tentang tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) adukan beton yang ditunjukkan dengan nilai slump diperoleh dari proses pembuatan benda uji silinder beton dengan dan tanpa bahan tambah, hasil-hasil pengujian slump dapat dilihat pada lampiran D1. Data tersebut dianalisis untuk mengetahui pengaruh penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* terhadap *workability* adukan beton. Selanjutnya berdasarkan pengujian kuat desak yang telah dilaksanakan, diperoleh data beban maksimal yang terjadi pada silinder beton dengan dan tanpa bahan tambah, hasil-hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran F1-F15. Data tersebut dianalisis untuk

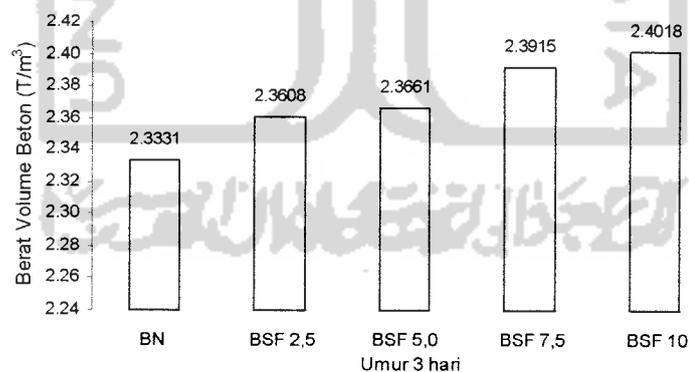
mengetahui berapa persentase penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* yang menghasilkan beton dengan kuat desak yang tertinggi.

### 5.3 Berat Volume

Berat volume beton adalah perbandingan berat dengan volume benda uji. Pada penelitian ini sebelum dilakukan pengujian kuat desak semua benda uji ditimbang untuk mengetahui beratnya dan diukur sisi-sisinya untuk mendapatkan volumenya, dengan hasil disajikan dalam Tabel 5.1 – 5.3 dan Gambar 5.1 – 5.3.

**Tabel 5.1** Berat Volume Beton Umur 3 hari

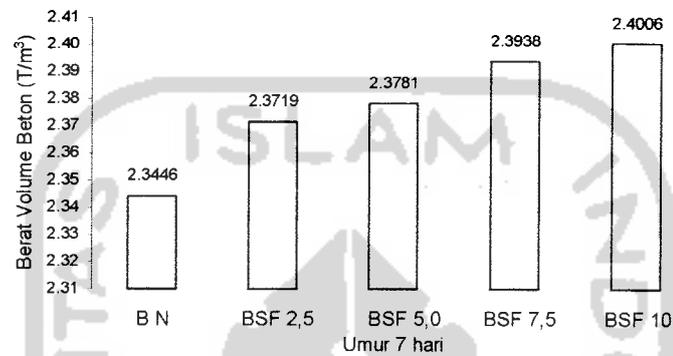
Jenis Beton	Berat Volume ( $t/m^3$ )	Rasio SF/N (%)
BN	2.3331	0
BSF 2,5	2.3608	1.1861
BSF 5,0	2.3661	1.4122
BSF 7,5	2.3915	2.5009
BSF 10	2.4018	2.9440



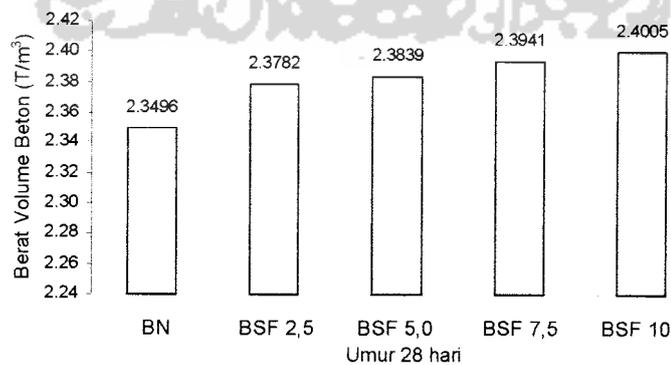
**Gambar 5.1** Berat Volume Beton Dengan Dan Tanpa Bahan Tambah Umur 3 hari

**Tabel 5.2** Berat Volume Beton Umur 7 hari

Jenis Beton	Berat Volume ( $t/m^3$ )	Rasio SF/N (%)
BN	2.3446	0
BSF 2,5	2.3719	1.1635
BSF 5,0	2.3781	1.4273
BSF 7,5	2.3938	2.0954
BSF 10	2.4006	2.3877

**Gambar 5.2** Berat Volume Beton Dengan Dan Tanpa Bahan Tambah Umur 7 hari**Tabel 5.3** Berat Volume Beton Umur 28 hari

Jenis Beton	Berat Volume ( $t/m^3$ )	Rasio SF/N (%)
BN	2.3496	0
BSF 2,5	2.3782	1.2155
BSF 5,0	2.3839	1.4570
BSF 7,5	2.3941	1.8930
BSF 10	2.4005	2.1664

**Gambar 5.3** Berat Volume Beton Dengan Dan Tanpa Bahan Tambah Umur 28 hari

Keterangan :

BN : Beton Normal tanpa bahan tambah

BSF 2,5: Beton *Silica Fume* 2,5 % dari berat semen ditambah *Superplasticizer* 0,6 % dari berat semen

BSF 5,0: Beton *Silica Fume* 5 % dari berat semen ditambah *Superplasticizer* 0,8 % dari berat semen

BSF 7,5: Beton *Silica Fume* 7,5 % dari berat semen ditambah *Superplasticizer* 1,0 % dari berat semen

BSF 10: Beton *Silica Fume* 10 % dari berat semen ditambah *Superplasticizer* 1,2 % dari berat semen

Berat volume beton umur 3, 7 dan 28 hari yang ditambah dengan *silica fume* 2,5 % dan *superplasticizer* 0,6 % naik sebesar 1,1861 % ; 1,1635 % dan 1,2155 % dibandingkan dengan berat volume beton normal, seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 5.1-5.3. Kemudian setelah ada penambahan *silica fume* sebesar 5 % ; 7,5 % ; 10 % dan *superplasticizer* 0,8 % ; 1 % ; 1,2 %, didapat persentase kenaikan berat volume untuk umur 3 hari berturut-turut sebesar 1,4122 % ; 2,5009 % dan 2,9440 %, untuk umur 7 hari meningkat sebesar 1,4273 % ; 2,0954 % dan 2,3877 %, serta untuk umur 28 hari persentase kenaikan berat volume didapat sebesar 1,4570 % ; 1,8930 % dan 2,1664 % terhadap berat volume beton normal.

Berat volume beton pada umur 3 dan 7 hari untuk variasi BSF 2,5 dibandingkan dengan variasi BSF 5,0 peningkatannya tidak signifikan, hal ini dimungkinkan terjadi karena variasi-variasi tersebut tidak berasal dari campuran adukan beton yang sama. Kenaikan berat volume terjadi pada semua variasi kecuali

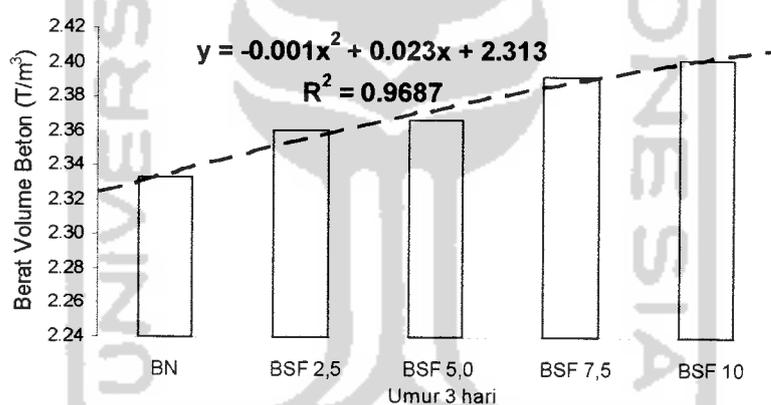
variasi BSF 10 yang justru mengalami penurunan berat volume untuk umur 3, 7 dan 28 hari. Penurunan berat volume pada BSF 10 dimungkinkan terjadi karena seiring dengan bertambahnya umur, kandungan air dalam beton telah habis akibat proses hidrasi, sehingga beton menjadi lebih ringan.

Gambar 5.1 – 5.3 menunjukkan berat volume beton semakin meningkat. Hal ini dimungkinkan terjadi karena adanya butiran halus *silica fume* yang mampu mengisi rongga yang tidak dapat terisi oleh agregat halus. Untuk kepentingan pengaliran butiran-butiran ini diperlukan pengencer yaitu *superplasticizer*. Penggunaan *superplasticizer* dapat meningkatkan *workability* beton segar, membuat pasta bergerak lebih bebas mengisi pori-pori beton, sehingga beton menjadi lebih padat.

Ilham (2004) menyebutkan bahwa *silica fume* merupakan hasil sampingan dari produk logam silikon atau aloi ferosilikon, berupa partikel-partikel halus bulat dengan ukuran partikel rata-rata antara 0,1 sampai 0,2  $\mu$  m, dengan ukurannya yang sangat halus tersebut *silica fume* berperan sebagai *filler* (pengisi pori) yang membuat beton menjadi sangat padat sehingga menghasilkan kuat desak yang tinggi. Khayat dkk. (1997) menyebutkan bahwa efek *filler* dan efek *pozzolanic* dari *silica fume* dan peningkatan dalam kekohesifan dapat juga mengurangi porositas di sekitar zona transisi dengan agregat, selain itu juga mengurangi permeabilitas (daya tembus air). Beton yang semakin padat dengan pori yang semakin berkurang akan menghasilkan beton dengan berat volume yang lebih besar dibandingkan dengan beton tanpa penambahan *silica fume*.

*Superplasticizer* adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang cukup besar. Bahan ini digolongkan sebagai sarana untuk menghasilkan beton “mengalir” tanpa terjadinya *segregation* (Murdock dan Brook, 1978). Penggunaan *superplasticizer* dapat meminimumkan udara yang masuk ke dalam beton dan memudahkan pasta bergerak mengisi pori-pori sehingga kepadatan beton meningkat.

Untuk mengetahui kecenderungan pengaruh penambahan *silica fume* dan penggunaan *superplasticizer*, maka hasil uji dicari kecenderungannya menggunakan regresi polynomial pangkat 2. Hasil regresi untuk benda uji umur 3 hari adalah seperti ditunjukkan oleh Gambar 5.4.



**Gambar 5.4** Hubungan Penambahan *Silica Fume* dan *Superplasticizer* Dengan Berat Volume Untuk Beton Umur 3 Hari

Hasil regresi polynomial pangkat 2 untuk beton umur 3 hari yang ditunjukkan oleh Gambar 5.4 adalah :

$$Y = -0,001.X^2 + 0,023.X + 2,313$$

$$R^2 = 0,9687$$

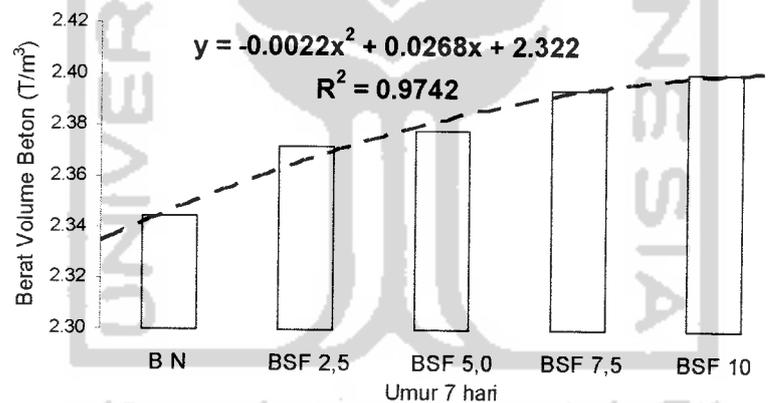
Dengan Y adalah berat volume beton dan X adalah posisi sesuai dengan no. sample terhadap variasi *silica fume* dan *superplasticizer*, kebutuhan *silica fume* dan *superplasticizer* optimum dapat diketahui dengan :

$$\frac{dy}{dx} = -0,001.X^2 + 0,023.X + 2,313$$

$$= -0,002.X + 0,023$$

$$X = 11,5$$

X = 11,5 menunjukkan bahwa hasil perkiraan dari *silica fume* dan *superplasticizer* optimum adalah di luar batasan masalah, berarti kadar *silica fume* dan *superplasticizer* yang optimum untuk berat volume beton umur 3 hari tidak tercapai pada penelitian ini.



**Gambar 5.5** Hubungan Penambahan *Silica Fume* dan *Superplasticizer*

Dengan Berat Volume Untuk Beton Umur 7 Hari

Garis putus-putus pada Gambar 5.5 menunjukkan hasil regresi polinomial pangkat 2 untuk beton umur 7 hari sebagai berikut :

$$Y = -0,0022.X^2 + 0,0268.X + 2,322$$

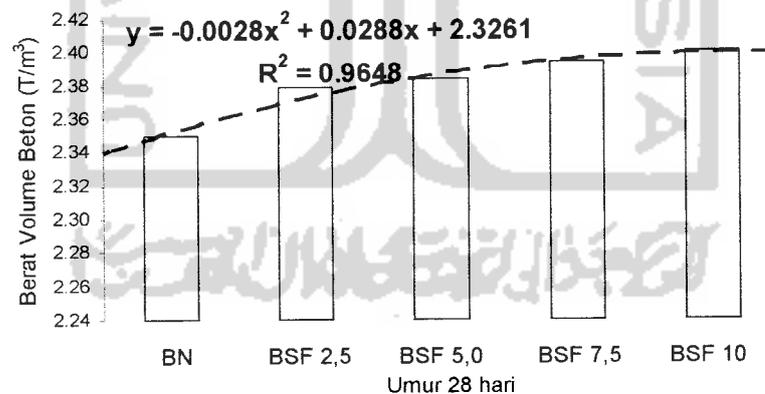
$$R^2 = 0,9742$$

Y merupakan berat volume beton dan X adalah posisi sesuai dengan no. sample terhadap variasi *silica fume* dan *superplasticizer*, kebutuhan *silica fume* dan *superplasticizer* optimum dapat diketahui dengan :

$$\begin{aligned}\frac{dy}{dx} &= -0,0022.X^2 + 0,0268.X + 2,322 \\ &= -0,0044.X + 0,0268\end{aligned}$$

$$X = 6,09$$

Kecenderungan yang ditunjukkan oleh Gambar 5.5 dengan nilai maksimum 6,09 yang berada di luar batasan penelitian, berarti bahwa penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* optimum adalah di luar batasan masalah, sehingga kadar *silica fume* dan *superplasticizer* yang optimum tidak tercapai pada penelitian berat volume beton umur 7 hari.



**Gambar 5.6** Hubungan Penambahan *Silica Fume* dan *Superplasticizer*

Dengan Berat Volume Untuk Beton Umur 28 Hari

Hasil regresi polinomial pangkat 2 untuk beton umur 28 hari seperti terlihat pada Gambar 5.6 adalah :

$$Y = -0,0028.X^2 + 0,0288.X + 2,3261$$

$$R^2 = 0,9648$$

Dengan Y adalah berat volume beton dan X adalah posisi sesuai dengan no. sample terhadap variasi *silica fume* dan *superplasticizer*, kebutuhan *silica fume* dan *superplasticizer* optimum dapat diketahui dengan :

$$\frac{dy}{dx} = -0,0028.X^2 + 0,0288.X + 2,3261$$

$$= -0,0056.X + 0,0288$$

$$X = 5,14$$

Dengan menggunakan garis kecenderungan hasil regresi, nilai maksimum yang diperoleh  $X = 5,14$  menunjukkan bahwa prediksi kadar *silica fume* dan *superplasticizer* optimum untuk beton umur 28 hari berada di luar batasan masalah. Hal tersebut berarti bahwa kadar *silica fume* dan *superplasticizer* yang optimum tidak tercapai pada penelitian berat volume beton umur 28 hari.

#### 5.4 Workability

*Workability* (kemudahan pengerjaan) beton dapat dilihat dari nilai slump yang terjadi. Semakin besar nilai slump berarti tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton semakin tinggi, demikian pula sebaliknya. Nilai slump yang direncanakan adalah 150 mm. Dengan adanya penambahan *silica fume* untuk mendapatkan beton dengan kuat desak yang tinggi, akan berpengaruh terhadap tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton. Hal ini dikarenakan penambahan *silica*

*fume* membuat adukan beton menjadi lebih pekat dan kelecakannya menjadi berkurang, sehingga memerlukan adanya penambahan air agar mudah untuk dikerjakan. Dalam ACI (1997) dikatakan bahwa *silica fume* dapat mempengaruhi kebutuhan jumlah air dalam campuran beton. Semakin banyak kandungan *silica fume* semakin banyak jumlah air yang dibutuhkan untuk tingkat kemudahan pengerjaan yang sama. Namun dalam penelitian ini untuk mempertahankan *workability* tidak dilakukan dengan menambah kebutuhan air, tetapi dengan menambahkan *superplasticizer* ke dalam adukan beton. Dengan penambahan *superplasticizer* diharapkan akan diperoleh tingkat *workability* yang tinggi untuk mencapai nilai slump yang direncanakan tanpa terjadi *bleeding* dan *segregation*. Menurut Murdock dan Brook (1978), *superplasticizer* merupakan bahan tambah kimia yang mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang cukup besar.

Menurut Ilham dkk. (2003) secara umum, pengaruh pemberian *superplasticizer* dengan dosis 0,7 %-1,4 % terhadap beton segar sangat baik, *bleeding* dan *segregation* dapat dikatakan tidak terjadi, walaupun ada relatif kecil dan boleh diabaikan. *Workability* beton segar menunjukkan tingkat konsistensi adukan beton. Indikator *workability* dalam penelitian ini digunakan nilai slump yang diuji dengan uji slump. Menurut Nawy (1990) dosis penambahan *superplasticizer* yang disarankan adalah 1%-2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan dapat menyebabkan *bleeding* dan *segregation* sehingga kekuatan tekan pada beton menjadi berkurang. Dari hasil pembuatan benda uji beton normal dan beton dengan bahan

## 5.5 Hasil Uji Kuat Desak Beton

Hasil uji desak beton normal yang direncanakan ( $f'_c$ ) sebesar 25 MPa pada umur 28 hari diperoleh lebih tinggi yaitu sebesar 37,44 MPa, lebih tinggi 49,76 % dari yang direncanakan.

Secara umum, setiap variasi penambahan *silica fume* mampu meningkatkan kuat desak beton lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal. Kuat desak yang paling besar dihasilkan pada penambahan *silica fume* 10 % terhadap berat semen.

### 5.5.1 Pengaruh Silica Fume

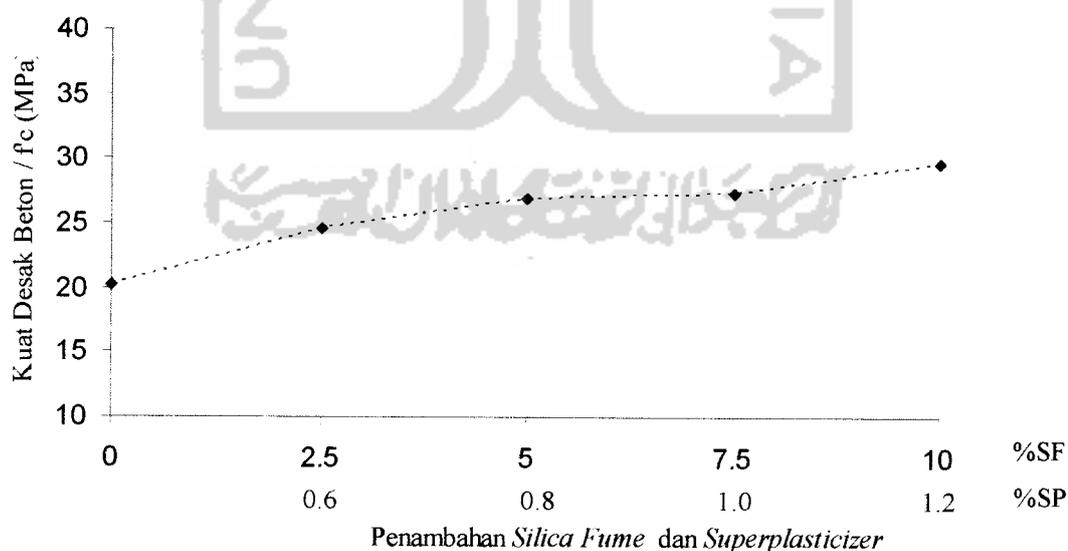
Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan beton adalah dengan meningkatkan kepadatannya, yaitu dengan meminimumkan pori yang terbentuk di dalam beton. Penambahan *silica fume* merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kepadatan beton, karena butiran *silica fume* sangat halus, menurut ACI committee 226 (1987) dan Ilham (2004) diameter butir antara 0,1-0,2  $\mu$  m. Dengan ukuran butir tersebut *silica fume* dapat mengisi pori-pori yang paling halus sekalipun. Semakin tinggi penambahan *silica fume* semakin padat beton sebagaimana terlihat pada Tabel 5.1–5.3. Kencanawati dan Setyandito (2004) menyebutkan bahwa Jahren dalam ACI (1997) menyatakan beton segar yang mengandung *silica fume* sangat padat dan cenderung mengurangi terjadinya *segregation* (pemisahan kerikil dari adukan) bila dibandingkan dengan beton yang tidak mengandung *silica fume*. Beton yang ditambah dengan *silica fume* akan terlihat lengket (kohesif). Pada disain campuran yang sama, beton dengan kandungan *silica fume* mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan beton normal. Hasil uji kuat desak beton ditunjukkan oleh Tabel 5.5-5.7, dan digambarkan

dalam bentuk grafik yang memberikan hubungan antara penambahan *silica fume* (%) dengan kenaikan kuat desak beton (MPa) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.7-5.9.

**Tabel 5.5** Persentase Kenaikan Kuat Desak Beton Umur 3 Hari

Kode	$f'c$ (MPa)	Rasio SF/N (%)
BN	20,20	0
BSF 2,5	24,59	21,71
BSF 5,0	26,96	33,46
BSF 7,5	27,30	35,12
BSF 10	29,64	46,68

Tabel 5.5 memperlihatkan variasi penambahan (2,5% SF + 0,6% SP) ; (5,0% SF + 0,8% SP) ; (7,5% SF + 1,0% SP) dan (10% SF + 1,2% SP) menghasilkan kuat tekan sebesar 24,59 MPa ; 26,96 MPa ; 27,30 MPa dan 29,64 MPa. Variasi (10% SF + 1,2% SP) merupakan variasi yang memberikan kekuatan terbesar, pada variasi ini kuat tekan meningkat sebesar 46,68 % terhadap beton normal.

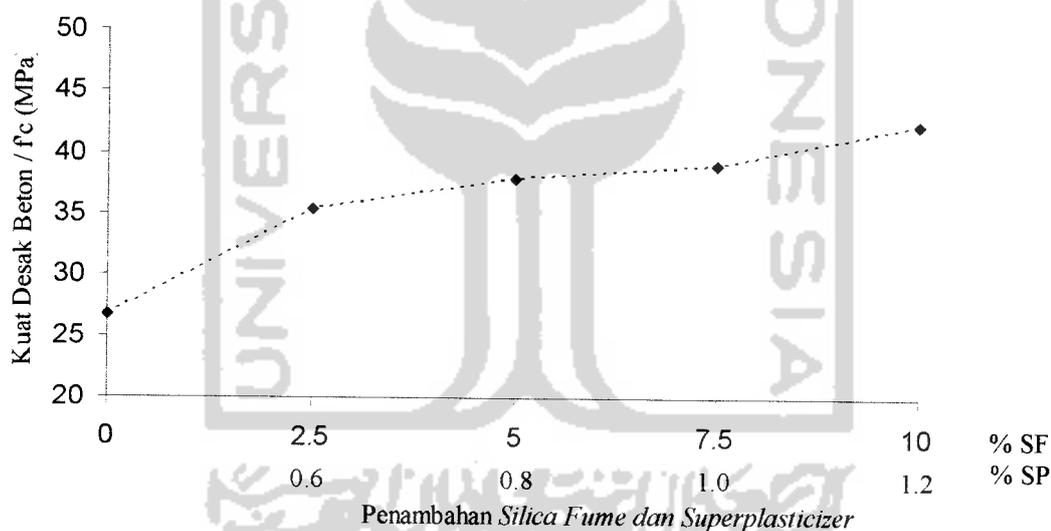


**Gambar 5.7** Kuat Desak Beton Umur 3 Hari

Gambar 5.7 memperlihatkan kuat tekan rata-rata beton normal sebesar 20,20 MPa untuk umur 3 hari, cenderung terus meningkat dengan adanya penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* dengan persentase antara 21,71–46,68 % dibandingkan beton normal.

**Tabel 5.6** Persentase Kenaikan Kuat Desak Beton Umur 7 Hari

Kode	$f'_c$ (MPa)	Rasio SF/N (%)
BN	26,80	0
BSF 2,5	35,35	31,90
BSF 5,0	37,93	41,52
BSF 7,5	39,02	45,58
BSF 10	42,28	57,75



**Gambar 5.8** Kuat Desak Beton Umur 7 Hari

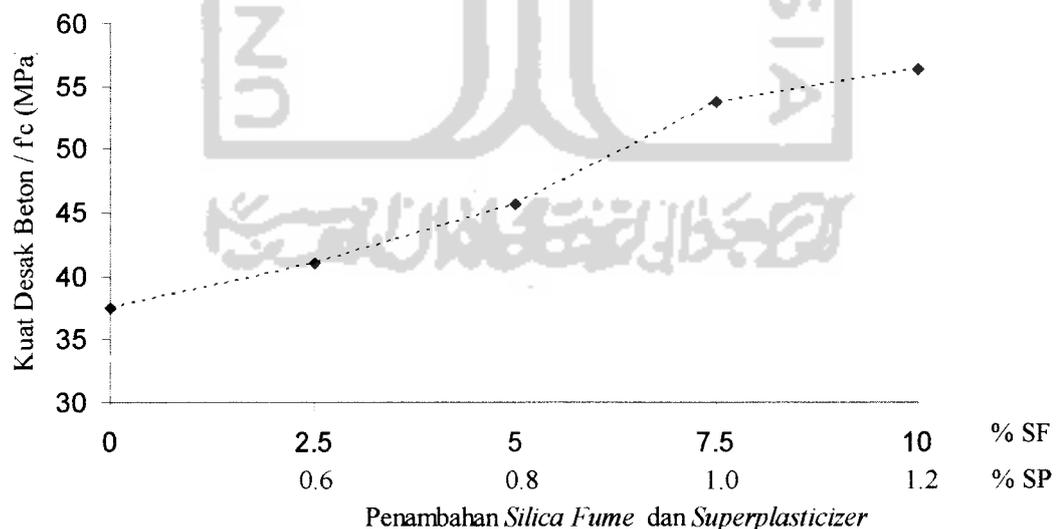
Kuat tekan rata-rata beton normal umur 7 hari sebesar 26,80 MPa yang ditunjukkan oleh Tabel 5.6 dan Gambar 5.8, mengalami peningkatan menjadi 35,35 MPa ; 37,93 MPa ; 39,02 MPa dan 42,28 MPa pada variasi penambahan (2,5% SF + 0,6% SP) ; (5,0% SF + 0,8% SP) ; (7,5% SF + 1,0% SP) dan (10% SF + 1,2% SP).

Kuat tekan yang paling besar terjadi pada variasi (10% SF + 1,2% SP), yaitu meningkat sebesar 57,75 % terhadap beton normal.

**Tabel 5.7** Persentase Kenaikan Kuat Desak Beton Umur 28 Hari

Kode	$f_c$ (MPa)	Rasio SF/N (%)
BN	37,44	0
BSF 2,5	40,98	9,45
BSF 5,0	45,72	22,09
BSF 7,5	53,76	43,58
BSF 10	56,36	50,51

Tabel 5.7 memperlihatkan bahwa kuat tekan yang paling besar untuk umur 28 hari dihasilkan pada variasi (10% SF + 1,2% SP), yaitu sebesar 56,36 MPa atau meningkat 50,51% terhadap beton normal. Kuat tekan rata-rata beton normal sebesar 37,44 MPa, mengalami peningkatan menjadi 40,98 MPa ; 45,72 MPa dan 53,76 MPa pada variasi (2,5% SF + 0,6% SP) ; (5,0% SF + 0,8% SP) dan (7,5% SF + 1,0% SP) terhadap berat semen.



**Gambar 5.9** Kuat Desak Beton Umur 28 Hari

Gambar 5.9 menunjukkan bahwa peningkatan kekuatan beton untuk variasi (2,5% SF + 0,6% SP) dan (5,0% SF + 0,8% SP) tidak sebaik penambahan (7,5% SF + 1,0% SP) dan (10% SF + 1,2% SP), hal ini dimungkinkan karena penambahan (2,5% SF + 0,6% SP) dan (5,0% SF + 0,8% SP), pencapaian kekuatan beton lebih cepat seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan 5.8 yang nanti akan ditunjukkan pada penambahan kuat tekan berdasarkan umur pada sub bab 5.2.

Kecenderungan peningkatan kuat desak beton yang ditunjukkan oleh Gambar 5.9 pada variasi (7,5% SF + 1,0% SP) dan (10% SF + 1,2% SP) untuk umur 28 hari lebih tinggi dibandingkan dengan umur 3 dan 7 hari. Hal ini dimungkinkan terjadi karena variasi (7,5% SF + 1,0% SP) dan variasi (10% SF + 1,2% SP) adalah persentase penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* yang lebih besar dibandingkan dengan variasi penambahan lainnya.

Kencanawati dan Setyandito (2004) menyebutkan bahwa Monteiro dkk dalam ACI (1997), menjelaskan bahwa penggunaan *silica fume* dalam disain standar campuran, kuat tekan beton normal dapat ditingkatkan. Semua itu karena terjadinya reaksi *pozzolanic* yang menerus antara *silica fume* dan kalsium hidroksida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , serta kristalisasi dari kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang dapat mengurangi jumlah pori yang ada sehingga mencapai kepadatan yang cukup tinggi.

Kwan (2000) menyebutkan bahwa *condensed silica fume* dapat meningkatkan kekuatan beton sehingga lebih dari 30 % dengan rasio air-semen yang sama. Kekuatan yang tinggi dari beton dapat dicapai dengan menggunakan faktor air-semen yang rendah dan untuk meningkatkan *workability* ditambahkan *superplasticizer*. Pada penelitian ini rasio air-semen yang digunakan adalah 0,47.

Penambahan *superplasticizer* berkisar antara 0,6 sampai dengan 1,2 % dari berat semen. Penggunaan *superplasticizer* ditambahkan untuk meningkatkan *workability* beton segar yang turun akibat penambahan *silica fume*. Hal ini dikarenakan sifat dari *silica fume* yang lebih menyerap air dibanding semen.

### 5.5.2 Pengaruh Umur

Secara umum kuat tekan beton akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton. Menurut Ellingwood (1993) struktur beton dipengaruhi oleh umur, karena umur dapat menyebabkan perubahan terhadap kekuatan dan kekakuan melebihi dari kondisi yang diasumsikan pada waktu mendisain. Beton pada umur 1 tahun mampu mencapai kekuatan 30 % lebih tinggi dibandingkan dengan beton pada umur 3 minggu (Hunaiti, 1994). Disamping bertambahnya umur, hal yang mempengaruhi kekuatan beton adalah perawatan. Tri Mulyono (2004) mengatakan, tindakan perawatan ini dimaksudkan untuk menjamin tercapainya usia ekonomis beton. Dalam penelitian ini perawatan dilakukan sampai dengan waktu pengujian kuat desak pada umur beton 3, 7 dan 28 hari, dengan cara merendam beton yang telah dikeluarkan dari cetakan setelah berumur 1 hari. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan kekuatan benda uji cenderung meningkat dengan bertambahnya umur beton.

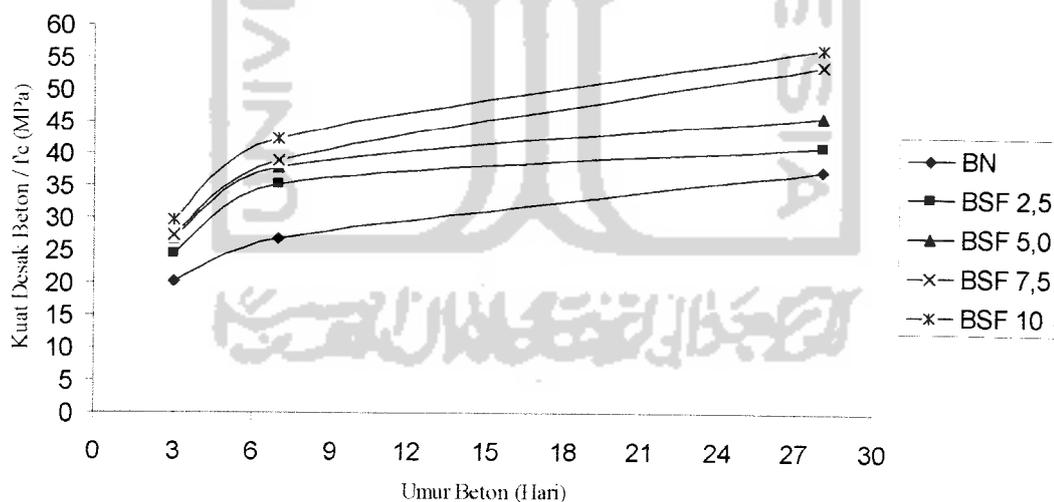
Secara umum, bertambahnya umur disertai perawatan yang baik menyebabkan beton lebih kuat dan semakin kedap terhadap air. Dengan menganggap kekuatan beton berumur 0 hari tidak mempunyai kekuatan ( $f'_c = 0$ ) dan hasil pengujian dapat dinyatakan sebagai kecenderungan hubungan antara kekuatan

dan umur beton, maka hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 5.8. dan selanjutnya digambarkan grafik hubungan antara umur beton (hari) dengan kuat desak beton (MPa) untuk beton normal dan beton dengan bahan tambah seperti pada Gambar 5.10.

**Tabel. 5.8** Kuat Desak Beton Normal Dan Beton Dengan Bahan Tambah  
Untuk Umur 3, 7 dan 28 Hari

Umur Beton (Hari)	Kuat Desak Beton/ $f'_c$ (MPa)				
	BN	BSF 2,5	BSF 5,0	BSF 7,5	BSF 10
3	20.2043	24.5915	26.9647	27.2999	29.6365
7	26.8012	35.3499	37.9300	39.0178	42.2791
28	37.4444	40.9816	45.7167	53.7633	56.3582

Dengan menggunakan Tabel 5.8 maka diperoleh grafik seperti pada Gambar 5.10 berikut ini.



**Gambar 5.10** Pengaruh Umur Terhadap Kuat Desak Beton

Gambar 5.10 memperlihatkan bahwa semua variasi penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* mengalami kecenderungan peningkatan kekuatan beton seiring dengan bertambahnya umur. Pada umur 0 hari beton dianggap tidak mempunyai kekuatan ( $f'_c = 0$ ) kemudian dicari kecenderungan pencapaian kekuatan tekan beton umur 28 hari. Kuat desak untuk umur 3 hari beton normal (BN) ; BSF 2,5 ; BSF 5 ; BSF 7,5 dan BSF 10 sebesar 20,2043 MPa ; 24,5915 MPa ; 26,9647 MPa ; 27,2999 MPa dan 29,6365 MPa. Kuat desak umur 7 hari sebesar 26,8012 MPa ; 35,3499 MPa ; 37,9300 MPa ; 39,0178 MPa dan 42,2791 MPa untuk beton normal (BN) ; BSF 2,5 ; BSF 5 ; BSF 7,5 dan BSF 10. Umur beton 28 hari menghasilkan kuat desak sebesar 37,4444 MPa ; 40,9816 MPa ; 45,7167 MPa ; 53,7633 MPa dan 56,3582 MPa untuk beton normal (BN) , BSF 2,5 ; BSF 5 ; BSF 7,5 dan BSF 10 . Kuat desak beton pada umur 28 hari untuk variasi BSF 7,5 dan BSF 10 mengalami peningkatan yang lebih besar dibandingkan dengan variasi BSF 2,5 ; BSF 5 dan beton normal (BN), kemungkinan hal ini dapat terjadi karena benda uji untuk masing-masing variasi tidak dari satu campuran adukan beton. Hal itu juga dimungkinkan karena pada variasi BSF 2,5 dan BSF 5 ikatan awal yang terjadi lebih tinggi dibandingkan dengan variasi BSF 7,5 dan BSF 10, sehingga peningkatan kuat desak variasi BSF 2,5 dan BSF 5 setelah tercapai ikatan awalnya, menjadi tidak sebesar variasi BSF 7,5 dan BSF 10.

Kuat desak beton ( $f'_c$ ) untuk umur 3, 7 dan 28 hari telah diketahui hasilnya, selanjutnya dari data tersebut dapat dihitung tingkat pencapaian kekuatan beton yang didasarkan pada umur 28 hari seperti ditunjukkan oleh Tabel 5.9 – 5.13

**Tabel 5.9** Pencapaian Kekuatan Beton Normal Terhadap Umur 28 Hari

Umur Sampel	$f_c$ (MPa)	Pencapaian kekuatan beton terhadap umur 28 hari (%)
3 Hari	20.2043	53.96
7 Hari	26.8012	71.58
28 Hari	37.4444	100

Tabel 5.9 memperlihatkan pencapaian kekuatan beton normal umur 3 dan 7 hari terhadap kuat desak beton umur 28 hari yaitu sebesar 53,96% dan 71,58 %.

**Tabel 5.10** Pencapaian Kekuatan Beton BSF 2,5 Terhadap Umur 28 Hari

Umur Sampel	$f_c$ (MPa)	Pencapaian kekuatan beton terhadap umur 28 hari (%)
3 Hari	24.5915	60
7 Hari	35.3499	86.26
28 Hari	40.9816	100

Variasi (2,5% SF + 0,6% SP) menghasilkan kuat desak sebesar 24,59 MPa ; 35,34 MPa dan 40,98 MPa untuk umur 3, 7 dan 28 hari, seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.10.

**Tabel 5.11** Pencapaian Kekuatan Beton BSF 5,0 Terhadap Umur 28 Hari

Umur Sampel	$f_c$ (MPa)	Pencapaian kekuatan beton terhadap umur 28 hari (%)
3 Hari	26.9647	58.98
7 Hari	37.9300	82.97
28 Hari	45.7167	100

Pencapaian kekuatan beton umur 3 hari sebesar 58,98% dan pada umur 7 hari sebesar 82,97% terhadap kuat desak beton umur 28 hari, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.11.

**Tabel 5.12** Pencapaian Kekuatan Beton BSF 7,5 Terhadap Umur 28 Hari

Umur Sampel	$f_c$ (MPa)	Pencapaian kekuatan beton terhadap umur 28 hari (%)
3 Hari	27.2999	50.78
7 Hari	39.0178	72.57
28 Hari	53.7633	100

Tabel 5.12 memperlihatkan pencapaian kekuatan beton dengan variasi penambahan (7,5% SF + 1,0% SP) sebesar 50,78% untuk umur 3 hari dan 72,57% untuk umur 7 terhadap kuat desak beton umur 28 hari.

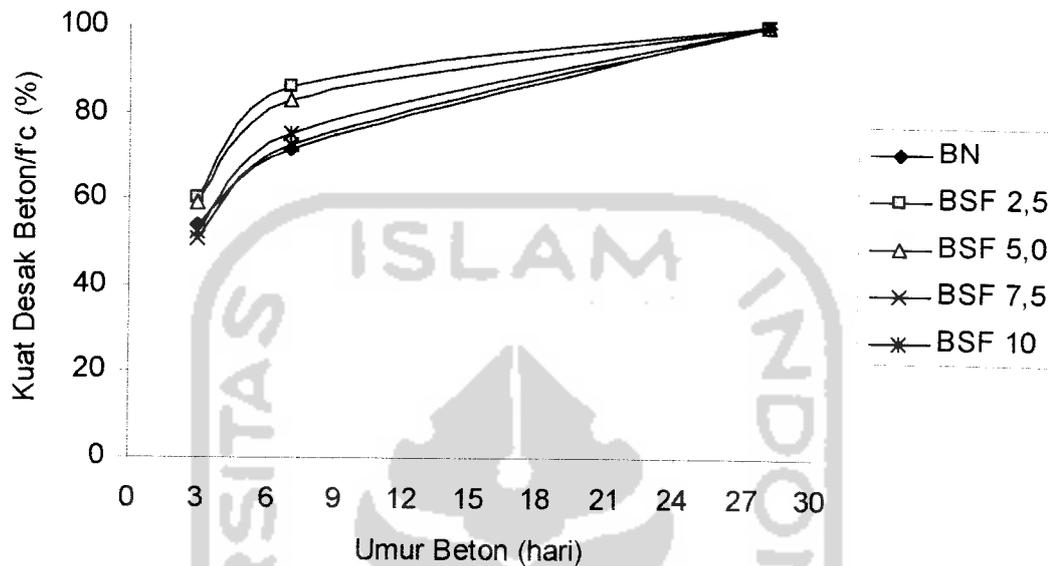
**Tabel 5.13** Pencapaian Kekuatan Beton BSF 10 Terhadap Umur 28 Hari

Umur Sampel	$f_c$ (MPa)	Pencapaian kekuatan beton terhadap umur 28 hari (%)
3 Hari	29.6365	52.58
7 Hari	42.2791	75.02
28 Hari	56.3582	100

Kuat desak beton yang paling besar dihasilkan pada variasi penambahan (10% SF + 1,2% SP) yaitu sebesar 56,35 MPa untuk umur 28 hari, seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 5.13. Persentase kuat desak beton umur 3 dan 7 hari diperoleh sebesar 52,58% dan 75,02% terhadap kuat desak beton umur 28 hari.

Hasil pengujian kuat desak beton yang menggunakan bahan tambah *silica fume* dan *superplasticizer* dibandingkan beton normal yang ditunjukkan oleh Tabel 5.9-5.13 sesuai dengan ACI Committee 234 (1995) yang menyebutkan bahwa kontribusi yang paling utama dari *silica fume* terhadap peningkatan kekuatan beton yang dirawat dengan temperatur normal dimulai dari sekitar umur 3 sampai dengan 28 hari. Pada umur beton 28 hari, kekuatan tekan beton dengan *silica fume* dan *superplasticizer* selalu lebih tinggi dibandingkan beton normal.

Dengan menggunakan Tabel 5.9 – 5.13 kemudian dinormalisasi berdasarkan kekuatan beton umur 28 hari, maka diperoleh grafik seperti tercantum pada Gambar 5.11



**Gambar 5.11** Perkiraan Pencapaian Kekuatan Beton Terhadap Umur 28 Hari

Ikatan awal yang paling cepat, terjadi pada variasi BSF 2,5 seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5.11. Hal ini dikarenakan persentase penambahan *superplasticizer* adalah sebesar 0,6% atau yang terkecil dibandingkan dengan variasi penambahan yang lain, seperti yang dinyatakan oleh Iham dkk (2004) bahwa penggunaan *superplasticizer* terlalu banyak, kemungkinan yang terjadi adalah hidrasi menjadi lambat, sehingga beton tidak kering dalam 24 jam. Hal tersebut di atas juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Bramantyo dan Susanto (2004) yang melakukan penambahan *superplasticizer* sebesar 3,14 % sampai 10,15 %, mengakibatkan proses hidrasi lambat dan beton tidak kering dalam 24 jam. Kadar penambahan *superplasticizer* sebesar 0,8% pada variasi BSF 5,0 juga menghasilkan

ikatan awal yang cukup tinggi walaupun tidak sebesar variasi BSF 2,5. Dari data di atas dapat diketahui bahwa dengan bertambahnya persentase *superplasticizer*, kemungkinan yang terjadi adalah proses hidrasi menjadi lebih lambat yang ditunjukkan oleh variasi BSF 7,5 dan BSF 10. Ikatan awal ini sangat berperan dalam mempercepat terbentuknya kekuatan beton.



tambah *silica fume* dan *superplasticizer* dalam berbagai persentase diperoleh nilai slump seperti pada Tabel 5.4.

**Tabel 5.4** Nilai Slump Rata-Rata

No	Kode	Bahan Tambah (%)		Slump
		<i>Silica fume</i>	<i>Superplasticizer</i>	
1	BN	0	0	151.00
2	BSF 2,5	2,5	0,6	155.00
3	BSF 5,0	5,0	0,8	156.33
4	BSF 7,5	7,5	1,0	159.00
5	BSF 10	10	1,2	164.33

Tabel 5.4 menunjukkan bahwa semakin besar persentase penambahan *silica fume* maka penambahan *superplasticizer* juga semakin meningkat. Hal ini menunjukkan penambahan *silica fume* dapat mengurangi tingkat *workability* dengan melihat kelecakan adukan yang relatif tetap atau sama sementara *superplasticizer* meningkat.

Tabel 5.4 juga memperlihatkan bahwa dengan adanya penambahan *superplasticizer* sebagai pengencer adukan beton segar, diperoleh nilai slump yang lebih besar dibandingkan dengan nilai slump rencana. Hal ini dimungkinkan karena penambahan *superplasticizer* telah ditetapkan sebelumnya dengan persentase yang meningkat cukup besar, sehingga nilai slump yang terjadi tidak dapat dikontrol. Seandainya nilai slump yang berusaha untuk dipertahankan sebesar 150 mm, maka yang harus ditetapkan persentasenya hanyalah *silica fume* saja, sedangkan persentase penambahan *superplasticizer* ditambahkan sedikit demi sedikit (persentasenya mungkin lebih kecil dari yang ditambahkan dalam penelitian ini) dengan tujuan agar nilai slump rencana tercapai.



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

Mengacu pada hasil penelitian dan pembahasan, berikut kesimpulan dari penelitian ini. Dengan masih adanya kekurangan maupun kesalahan, saran dan kritik sangat diharapkan demi kesempurnaan penelitian selanjutnya.

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* menghasilkan beton yang lebih padat dibandingkan dengan beton normal, ditandai dengan meningkatnya berat volume beton. Namun penambahan *silica fume* saja atau *superplasticizer* saja tidak dapat diketahui.
2. Nilai kuat desak beton ( $f'_c$ ) dengan penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* meningkat untuk semua variasi. Pada variasi BSF 2,5 ; BSF 5 ; BSF 7,5 dan BSF 10 untuk beton umur 28 hari, kuat desak meningkat berturut-turut sebesar 40,98 MPa ; 45,72 MPa ; 53,76 MPa dan 56,36 MPa, atau telah mencapai kekuatan 100 %. Persentase kuat desak beton umur 3 hari sebesar 60% ; 58,98% ; 50,78% dan 52,58% untuk variasi BSF 2,5 ; BSF 5 ; BSF 7,5 dan BSF 10 terhadap beton umur 28 hari. Beton umur 7 hari menghasilkan kuat desak sebesar 86,26% ; 82,97% ; 72,57% dan 75,02%

untuk variasi BSF 2,5 ; BSF 5 ; BSF 7,5 dan BSF 10 terhadap beton umur 28 hari.

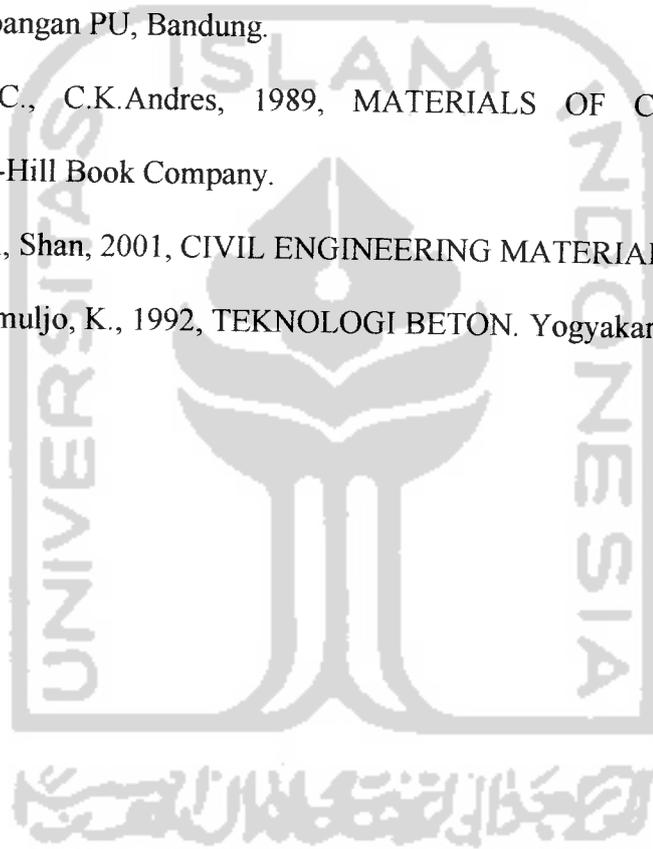
3. Sesuai dengan hasil pengujian kuat desak beton dengan berbagai variasi penambahan *silica fume* dan *superplasticizer*, ternyata kadar optimum tidak dapat diperoleh di dalam batasan penelitian.
4. Kuat desak yang paling besar dihasilkan oleh penambahan *silica fume* 10 % dan *superplasticizer* 1,2 % terhadap berat semen. Namun demikian, ikatan awal yang paling besar ditunjukkan oleh variasi penambahan *silica fume* 2,5% dan *superplasticizer* 0,6%.

## 6.2 Saran

1. Untuk mendapatkan kadar peningkatan kuat desak beton yang maksimal perlu diteliti variasi persentase *silica fume* yang lebih besar dari 10 % dengan variasi *superplasticizer* dimulai dari 1,2 %.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan *silica fume* terhadap kuat desak, perlu diteliti penambahan *silica fume* dengan variasi yang telah ditetapkan, namun penambahan *superplasticizer* hanya untuk mempertahankan *workability* agar nilai slump yang telah direncanakan dapat tercapai.
3. Untuk menghasilkan beton dengan ikatan awal yang tinggi, perlu diteliti dengan penambahan *superplasticizer* berkisar dari 0,6% terhadap berat semen.

9. Hunaiti, M.Y., 1994, AGING EFFECT ON BOND STRENGTH IN COMPOSITE SECTIONS, *Journal of Structural Engineering*, Vol. 6, No. 4, November.
10. Ilham, A., Zain, M.F.M., Yusuf, M.K., dan Mahmud, H.B., 2003, PENGARUH SUPERPLASTICIZER TERHADAP WORKABILITY DAN KUAT TEKAN BETON KINERJA TINGGI DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI, *Jurnal Teknisia FTSP UII Vol. VII, No. 1, April*.
11. Kencanawati, N.N., O. Setyandito, 2004, PENGARUH SILIKA FUME SEBAGAI PENGGANTI SEMEN PADA KUAT TEKAN BETON DENGAN FAKTOR AIR SEMEN 0.5, *Jurnal Teknisia FTSP UII Vol IX, No. 1, April*.
12. Khayat, K.H., M. Vachon, dan M.C. Lancot, 1997, USE of BLENDED SILICA FUME CEMENT in COMMERCIAL CONCRETE MIXTURES, *ACI Materials Journal*, Mei-Juni.
13. Kusuma, G., R. Sagel, dan P. Kole, 1993, PEDOMAN Pengerjaan BETON. Jakarta: Erlangga.
14. Kwan, A. K. H., 2000, USE OF CONDENSED SILICA FUME FOR MAKING HIGH-STRENGTH, SELF-CONSOLIDATING CONCRETE. *Canadian Journal of Civil Engineering*, Agustus.
15. Mulyono, Tri., 2003, TEKNOLOGI BETON. Yogyakarta: Andi Offset.
16. Murdock, L.J., K.M.Brook, dan Stephanus Hendarko., 1991, BAHAN DAN PRAKTEK BETON. Jakarta: Erlangga.

17. Narbuko, C., A. Achmadi, 2003, METODOLOGI PENELITIAN. Jakarta: Bumi Aksara.
18. Nawy, E. G., 1990, BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR. Bandung: PT. Eresco.
19. Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBBI), 1982, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Bandung.
20. Smith, R.C., C.K. Andres, 1989, MATERIALS OF CONSTRUCTION. McGraw-Hill Book Company.
21. Somayaji, Shan, 2001, CIVIL ENGINEERING MATERIALS. Prentice Hall.
22. Tjokrodimuljo, K., 1992, TEKNOLOGI BETON. Yogyakarta: Nafiri.



# LAMPIRAN A





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707. 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Ardi Novianto Ditest tanggal : 7 Maret 2005

Robensyah

Pasir asal : Merapi, Kaliurang

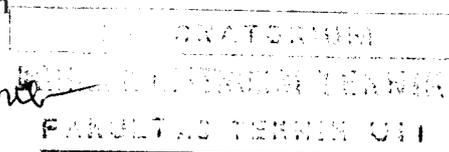
Keperluan : Tugas Akhir

Berat pasir kondisi jenuh kering muka	=	500 gram
Berat piknometer berisi pasir dan air (Bt)	=	953 gram
Berat piknometer berisi air (B)	=	645 gram
Berat jenis jenuh kering muka $[500 / (B+500-Bt)]$	=	2,60 gr/cm <sup>3</sup>

Yogyakarta, 7 Maret 2005

Disyahkan

*denum*



Dikerjakan oleh



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Ardi Novianto Ditetes tanggal : 7 Maret 2005

Robensyah

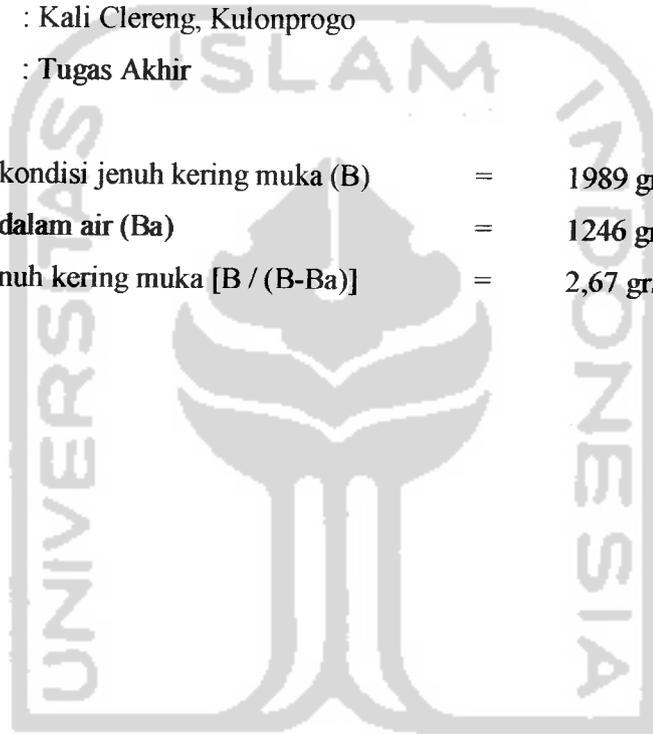
Kerikil asal : Kali Clereng, Kulonprogo

Keperluan : Tugas Akhir

Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (B) = 1989 gram

Berat kerikil dalam air (Ba) = 1246 gram

Berat jenis jenuh kering muka  $[B / (B - Ba)] = 2,67 \text{ gr/cm}^3$



Yogyakarta, 7 Maret 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh

*Robensyah*





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707. 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO.200**

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

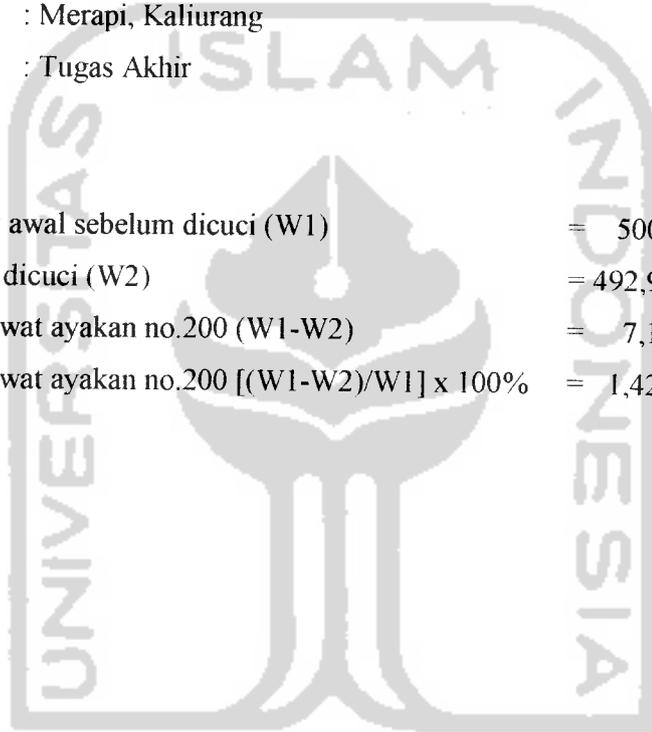
Penguji : Ardi Novianto  
Robensyah

Ditest tanggal : 8 Maret 2005

Pasir asal : Merapi, Kaliurang

Keperluan : Tugas Akhir

Berat agregat awal sebelum dicuci (W1)	= 500 gram
Berat setelah dicuci (W2)	= 492,9 gram
Berat yang lewat ayakan no.200 (W1-W2)	= 7,1 gram
Berat yang lewat ayakan no.200 $[(W1-W2)/W1] \times 100\%$	= 1,42 %



Yogyakarta, 8 Maret 2004

Disyahkan

Dikerjakan oleh



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707. 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT HALUS**

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Ardi Novianto Ditetes tanggal : 8 Maret 2005

Robensyah

Pasir asal : Merapi, Kaliurang

Keperluan : Tugas Akhir

Berat tabung (W1) = 11200 gram  
Berat tabung + agregat kering tungku (W2) = 19300 gram  
Berat agregat bersih (W2-W1) = 8100 gram  
Volume tabung (V) = 5301,44 cm<sup>3</sup>  
Berat volume [(W2-W1) / V] = 1,53 gram/cm<sup>3</sup>

Yogyakarta, 8 Maret 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh

*darusni*

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707. 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Ardi Novianto Ditest tanggal : 8 Maret 2005

Robensyah

Kerikil asal : Kali Clereng, Kulonprogo

Keperluan : Tugas Akhir

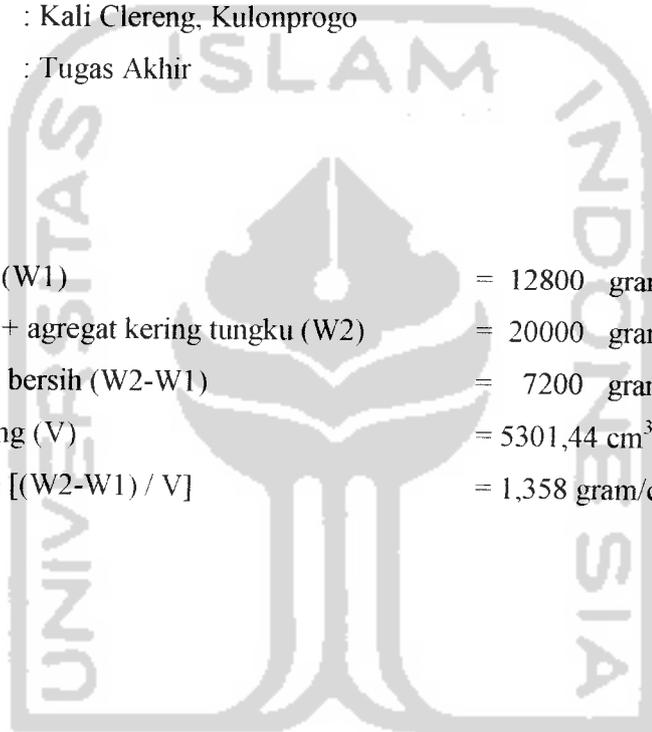
Berat tabung (W1) = 12800 gram

Berat tabung + agregat kering tungku (W2) = 20000 gram

Berat agregat bersih (W2-W1) = 7200 gram

Volume tabung (V) = 5301,44 cm<sup>3</sup>

Berat volume [(W2-W1) / V] = 1,358 gram/cm<sup>3</sup>



Yogyakarta, 8 Maret 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707. 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS**

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Ardi Novianto

Ditest tanggal : 9 Maret 2005

Robensyah

Pasir asal : Merapi, Kaliurang

Keperluan : Tugas Akhir

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif (%)	Persen lolos komulatif (%)
40,00				
20,00				
10,00				
4,80	0	0	0	100
2,40	95,5	6,44	5,44	93,56
1,20	214,8	14,49	20,93	79,07
0,60	573	38,65	59,58	40,42
0,30	486,5	32,82	92,4	7,6
0,15	91	6,15	98,55	1,45
Sisa	21,5	21,45	-	-
Jumlah	1482,3	100	277,9	-

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{277,9}{100} = 2,779$$

Yogyakarta, 9 Maret 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh

*Ardi Novianto*

  
 ARDI NOVANTO  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707. 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**GRADASI PASIR**

Lubang ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan : Daerah I : Pasir kasar  
 Daerah II : Pasir agak kasar  
 Daerah III : Pasir agak halus  
 Daerah IV : Pasir halus

Hasil analisa ayakan masuk daerah : 2 (dua)

Jenis pasir : agak kasar

Yogyakarta, 9 Maret 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh

*(Signature)*



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707. 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT KASAR**

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Ardi Novianto

Ditest tanggal : 9 Maret 2005

Robensyah

Kerikil asal : Kali Clereng, Kulonprogo

Keperluan : Tugas Akhir

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif (%)	Persen lolos komulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	144,6	7,4536	7,4536	92,5464
10,00	1647,6	84,9278	92,3814	7,6186
4,80	147,8	7,6185	9,999	0,001
2,40			100	
1,20			100	
0,60			100	
0,30			100	
0,15			100	
Sisa			-	
Jumlah	1940	100	699,834	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{699,834}{100} = 6,9983$$

Yogyakarta, 9 Maret 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh

*Arumeli*





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707. 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**GRADASI KERIKIL**

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir agregat yang lewat ayakan	
	Besarnya butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40,00	90-100	100
20,00	30-70	95-100
10,00	10-35	25-55
4,80	0-5	0-10

Hasil analisa ayakan, besar butir maksimum masuk 20 mm.



Yogyakarta, 9 Maret 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh

*Handwritten signature*



# LAMPIRAN B



### Metode “*The British Mix Design Method*”

Metode ini di Indonesia dikenal dengan nama DOE (*Department of Environment*). Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari ( $f_c'$ )

Kuat tekan beton ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnya dan kondisi setempat di lapangan. Kuat beton yang disyaratkan adalah kuat tekan beton dengan kemungkinan lebih rendah hanya 5% saja dari nilai tersebut.

- b. Menetapkan nilai deviasi standar ( $S_d$ )

Standar deviasi ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya, makin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilainya.

1. Jika pelaksana tidak mempunyai data pengalaman atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 buah benda uji, maka nilai deviasi standar diambil dari tingkat pengendalian mutu pekerjaan seperti tabel 1 :

Tabel 1 Tingkat pengendalian pekerjaan

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	$S_d$ (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

2. Jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton serupa minimal 30 buah silinder yang diuji kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka jumlah data dikoreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor pengali pada Tabel 2 :

Tabel 2 Faktor Pengali deviasi standar

Jumlah data	30	25	20	15	<15
Faktor pengali	1,0	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

- c. Menghitung nilai tambah margin (M)

$$M = K \cdot S_d \quad (1)$$

*Keterangan* : M = nilai tambah

$$K = 1,64$$

S<sub>d</sub> = standar deviasi

Rumus di atas berlaku jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton yang diuji kuat tekannya pada umur 28 hari. Jika tidak mempunyai data pengalaman pembuatan beton atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 benda uji, nilai M langsung diambil 12 MPa.

- d. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

$$\text{Rumusnya : } f'_{cr} = f'_c + M \quad (2)$$

*Keterangan* :  $f'_{cr}$  = kuat tekan rata-rata

$f'_c$  = kuat tekan yang disyaratkan

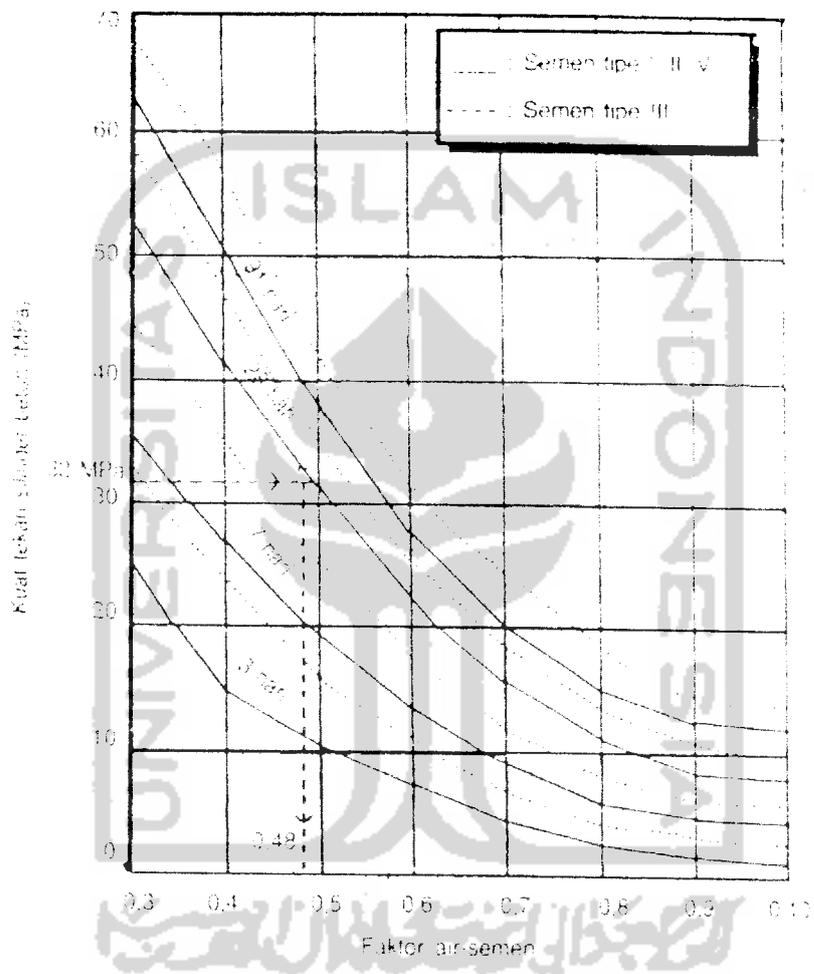
M = nilai tambah

- e. Menetapkan jenis semen

- f. Menetapkan jenis agregat ( pasir dan kerikil )
- g. Menetapkan faktor air semen

Cara menetapkan faktor air semen diperoleh dari nilai terendah ketiga cara.

*Cara Pertama:*



Gambar 1 Grafik faktor air semen

Misal, kuat tekan silinder ( $f'_{cr} = 32$  MPa) pada saat umur beton 28 hari. Jenis semen tipe I atau garis utuh. Caranya tarik garis lurus dan memotong 28 hari didapatkan faktor air semen (Gambar 1)

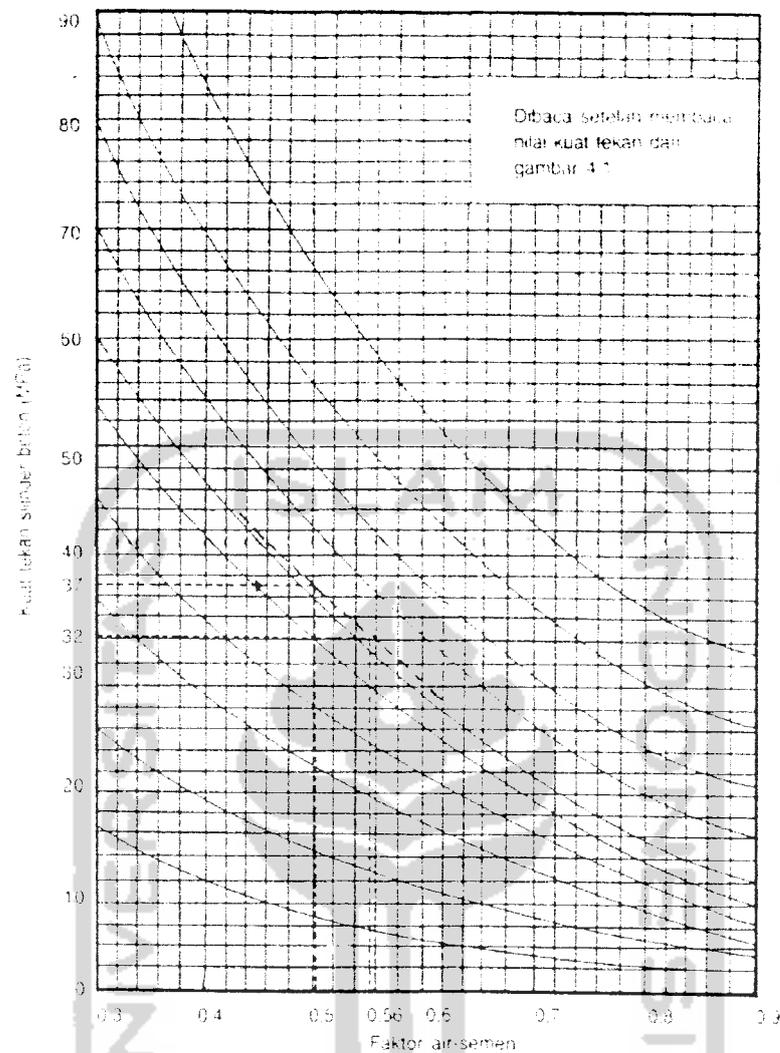
*Cara Kedua*

Diketahui jenis semen I, Jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka gunakan tabel 3 :

Tabel 3 Nilai kuat tekan beton

Jenis semen	Jenis agregat kasar(kerikil)	Umur Beton			
		3	7	28	91
I, II, III	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
IV	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

Dari tabel di atas diperoleh nilai kuat tekan = 37 MPa, yaitu jenis semen I, kerikil batu pecah dan umur beton 28 hari. Kemudian, dengan faktor air semen 0,5 dan  $f'_{cr} = 37$  MPa, digunakan grafik penentuan faktor air semen dibawah ini. Caranya, tarik garis ke kanan mendatar 37, tarik garis ke atas 0,5 dan berpotongan pada titik A. Buat garis putus-putus dimulai dari titik A ke atas dan ke bawah melengkung seperti garis yang di atas dan di bawahnya.



Gambar 2 Grafik mencari faktor air semen

*Cara Ketiga :*

Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dan untuk beton bertulang terendam air. Dengan cara ini diperoleh :

1. Untuk pembetonan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,60.

2. Untuk beton yang berhubungan dengan air tanah, dengan jenis semen tipe I tanpa pozzolan untuk tanah mengandung  $SO_3$  antara 0,3 – 1,2 maka  $f_{us}$  yang diperoleh = 0,50.
3. Untuk beton bertulang dalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air semennya = 0,50.

Dari ketiga cara di atas ambil nilai yang terendah.

- h. Menetapkan faktor air semen maksimum

Cara ini didapat dari ketiga cara di atas ambil nilai faktor air semen yang terkecil.

- i. Menetapkan nilai slump

Nilai slump didapat sesuai dari pemakaian beton, hal ini dapat diketahui dari tabel 4 :

Tabel 4 Penetapan Nilai Slump (cm)

Pemakaian Beton	Maks	Min
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang koison, struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

- j. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum (kerikil).
- k. Menetapkan jumlah kebutuhan air

Untuk menetapkan kebutuhan air per meter kubik beton digunakan tabel 5 :

Tabel 5 Kebutuhan air per meter kubik beton (liter)

Besarnya ukuran maksimum kerikil (mm)	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Dalam tabel di atas, bila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai memiliki jenis yang berbeda (alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan diperbaiki dengan rumus :

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k \quad (3)$$

Dengan : A = jumlah air yang dibutuhkan, liter/m<sup>3</sup>

A<sub>h</sub> = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halusnya

A<sub>k</sub> = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya

l. Menetapkan kebutuhan semen

$$\text{Berat semen per meter kubik} = \frac{\text{Jumlah air yang dibutuhkan}}{\text{Faktor air semen maksimum}} \quad (4)$$

m. Menetapkan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan berdasar tabel 6 :

Tabel 6 Kebutuhan semen minimum

Berhubungan dengan	Tipe semen	Kandungan semen min. Ukuran maks agregat (mm)	
		40	20
Air tawar	Semua tipe I-V	280	300
Air payau	Tipe + pozolan (15-40%) atau S.P pozolan	340	380
Air laut	Tipe II atau V	290	330
	Tipe II atau V	330	370

s.

n. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

Untuk menetapkan kebutuhan semen, lihat langkah l (kebutuhan semen dan kebutuhan semen minimumnya), maka yang dipakai harga terbesar diantara keduanya.

o. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen

Jika jumlah semen pada langkah l dan m berubah, maka faktor air semen berubah yang ditetapkan dengan :

1. Jika akan menurunkan faktor air semen, maka faktor air semen dihitung lagi dengan cara jumlah air dibagi jumlah semen minimum.
2. Jika akan menaikkan jumlah air lakukan dengan cara jumlah semen minimum dikalikan faktor air semen.

p. Menentukan golongan pasir

Golongan pasir ditentukan dengan cara menghitung hasil ayakan hingga dapat ditemukan golongannya.

q. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil.

r. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

1. Jika tidak ada data, maka agregat alami (pasir) diambil 2,7 dan untuk kerikil (pecahan) diambil 2,7.
2. Jika mempunyai data, dihitung dengan rumus :

$$B_j \text{ campuran} = (P/100) \times B_j \text{ pasir} + (K/100) \times B_j \text{ kerikil} \quad (5)$$

Diketahui :  $B_j$  campuran = berat jenis campuran

P = persentase pasir terhadap agregat campuran

K = persentase kerikil terhadap agregat campuran

t.

Perencanaan campuran adukan beton dengan metode *DOE* (*“Department of Environment”*) adalah sebagai berikut ini.

Kuat desak rencana ( $f'_c$ )	: 25 Mpa
Jenis semen	: Semen portland
Jenis pasir	: agak kasar (termasuk daerah gradasi II)
Jenis kerikil	: Batu pecah
Ukuran maksimum kerikil	: 20 mm
Nilai slump	: 150 mm
Berat jenis pasir	: 2,60 t/m <sup>3</sup>
Berat jenis kerikil	: 2,67 t/m <sup>3</sup>

Langkah-langkah perencanaan:

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari yaitu  $f'_c = 25$  Mpa.
2. Penetapan nilai deviasi standar ( $S$ ) = 4,2 Mpa (didapat dari tabel tingkat pengendalian mutu pekerjaan).
3. Perhitungan nilai tambah ( $M$ ) =  $K \cdot S_d$   
 $= 4,2 \times 1,16 \times 1,64 = 7,99 \approx 8$  Mpa.

Keterangan :

$M$  = nilai tambah

$K = 1,64$

$S_d$  = standar deviasi (didapat dari tabel faktor pengali deviasi standar)

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

$$f'_{cr} = f'_c + M$$

$$= 25 + 8$$

$$= 33 \text{ MPa}$$

Keterangan :

$f_{cr}$  = kuat tekan rata-rata

$f_c$  = kuat tekan yang disyaratkan

M = nilai tambah

5. Menetapkan jenis semen.

Digunakan jenis semen portland merk Nusantara 50 kg.

6. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)

Digunakan jenis pasir agak kasar (termasuk daerah II).

Digunakan jenis kerikil batu pecah ukuran maksimum 20 mm.

7. Menetapkan faktor air semen (fas).

Cara 1 = 0,47 (didapat dari grafik hubungan faktor air semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton)

Cara 2 = 0,55 (didapat dari grafik mencari faktor air semen)

Cara 3 = 0,5 (didapat dari melihat tabel persyaratan untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dan untuk beton bertulang terendam air).

Diambil yang terkecil, yaitu = 0,47

8. Menetapkan nilai slump = 15 cm

9. Menetapkan kebutuhan air (A).

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k$$

Dengan : A = jumlah air yang dibutuhkan, liter/m<sup>3</sup>

$A_h$  = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus

$A_k$  = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasar

Sehingga :

$$\begin{aligned} A &= (0,67 \times 220) + (0,33 \times 221,25) \\ &= 220,4125 \text{ liter} \end{aligned}$$

Nilai-nilai  $A_h$  dan  $A_k$  didapat dari tabel perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (liter).

10. Menentukan kebutuhan semen.

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{air}}{\text{faktor air semen}} \\ &= \frac{220,4125}{0,47} = 468,9627 \text{ kg dipakai } 469 \text{ kg} \end{aligned}$$

11. Perbandingan pasir dan kerikil = 44% dan 56 % ( Grafik hubungan fas, slump dan ukuran butir maksimum).

12. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil.

$$= \frac{44}{100} \times 2,60 + \frac{56}{100} \times 2,67 = 2,6392$$

13. Menentukan berat jenis beton =  $2340 \text{ kg/m}^3$  (Grafik hubungan kandungan air dan berat jenis campuran).

14. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil.

Berat pasir + kerikil = berat beton – kebutuhan air – kebutuhan semen

$$= 2340 - 220,4125 - 469$$

$$= 1650,588 \text{ kg}$$

15. Menentukan kebutuhan pasir.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan pasir} &= \text{kebutuhan pasir dan kerikil} \times \text{persentase berat pasir} \\ &= 1650,588 \times 44 \% \\ &= 726,2585 \text{ kg}\end{aligned}$$

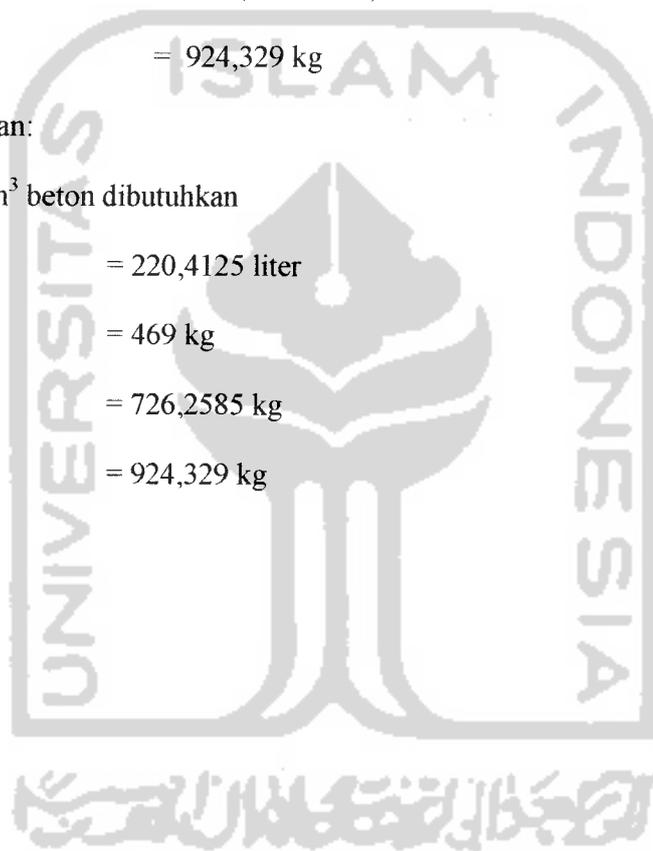
16. Menentukan kebutuhan kerikil.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan kerikil} &= \text{kebutuhan pasir dan kerikil} - \text{kebutuhan pasir} \\ &= 1650,588 - 726,2585 \\ &= 924,329 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kesimpulan:

Untuk 1 m<sup>3</sup> beton dibutuhkan

- a. Air = 220,4125 liter
- b. semen = 469 kg
- c. pasir = 726,2585 kg
- d. kerikil = 924,329 kg



# LAMPIRAN D



Tabel D.1. Beton Umur 3 hari

No	Kode	Bahan Tambah (%)		Slump
		Silica fume	Superplasticizer	
1	BN	0	0	150
2	BSFA	2,5	0,6	155
3	BSFB	5,0	0,8	156
4	BSFC	7,5	1,0	158
5	BSFD	10	1,2	160

Tabel D.2. Beton Umur 7 hari

No	Kode	Bahan Tambah (%)		Slump
		Silica fume	Superplasticizer	
1	BN	0	0	150
2	BSFA	2,5	0,6	155
3	BSFB	5,0	0,8	156
4	BSFC	7,5	1,0	160
5	BSFD	10	1,2	165

Tabel D.3. Beton Umur 28 hari

No	Kode	Bahan Tambah (%)		Slump
		Silica fume	Superplasticizer	
1	BN	0	0	153
2	BSFA	2,5	0,6	155
3	BSFB	5,0	0,8	157
4	BSFC	7,5	1,0	159
5	BSFD	10	1,2	168

# LAMPIRAN E



Tabel E.1. Berat Volume Beton Umur 3 hari

Kode	Ukuran (m)		Volume (m <sup>3</sup> )	Berat (Ton)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )
	Diameter	Tinggi			
BN	0.150220	0.303870	0.005386	12.57	2.3331
BSF-A	0.150135	0.300678	0.005323	12.57	2.3608
BSF-B	0.150568	0.301233	0.005364	12.69	2.3661
BSF-C	0.149745	0.300728	0.005296	12.67	2.3915
BSF-D	0.149628	0.300608	0.005286	12.70	2.4018

Tabel E.2. Berat Volume Beton Umur 7 hari

Kode	Ukuran (m)		Volume (m <sup>3</sup> )	Berat (Ton)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )
	Diameter	Tinggi			
BN	0.150676	0.302230	0.005389	12.64	2.3446
BSF-A	0.149960	0.301133	0.005319	12.62	2.3719
BSF-B	0.150495	0.300723	0.005349	12.72	2.3781
BSF-C	0.150000	0.300838	0.005316	12.73	2.3938
BSF-D	0.150148	0.300825	0.005327	12.79	2.4006

Tabel E.3. Berat Volume Beton Umur 28 hari

Kode	Ukuran (m)		Volume (m <sup>3</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )
	Diameter	Tinggi			
BN	0.149915	0.302008	0.005331	12.53	2.3496
BSF-A	0.149778	0.300708	0.005298	12.60	2.3782
BSF-B	0.149758	0.301148	0.005305	12.65	2.3839
BSF-C	0.149873	0.301650	0.005322	12.74	2.3941
BSF-D	0.150280	0.300868	0.005337	12.81	2.4005

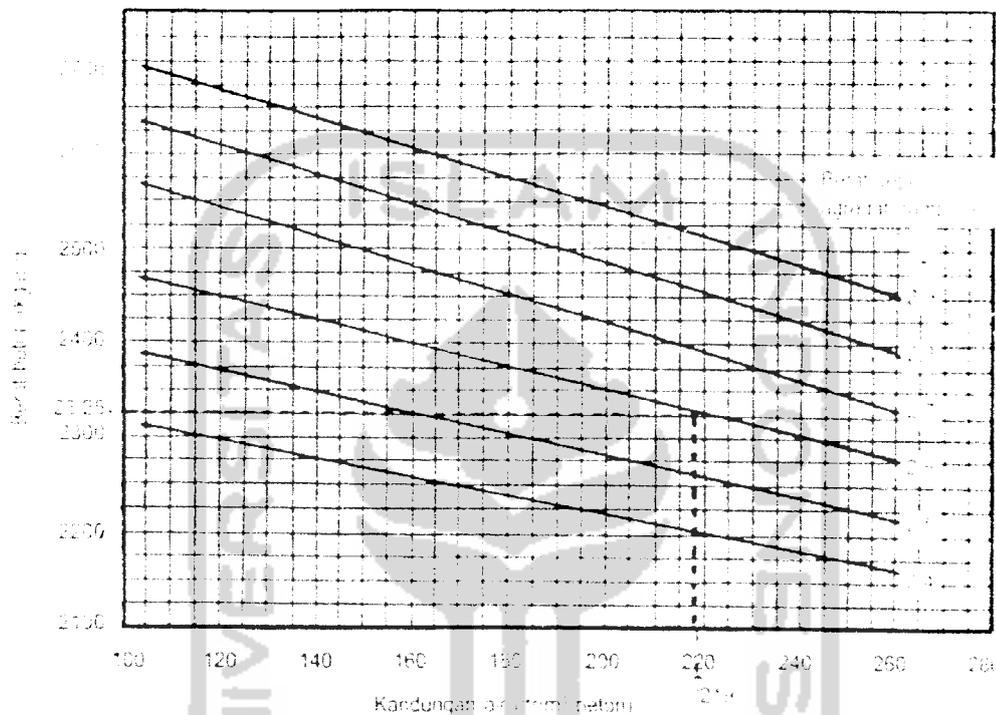
# LAMPIRAN F





## s. Menentukan berat beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran dan kebutuhan air tiap meter kubik, setelah ada data, kemudian dimasukkan kedalam gambar 3 :



Gambar 3 Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton

Misalnya, jika berat jenis campuran 2,6

Kebutuhan air tiap meter kubik = 219

Caranya, tentukan angka 219 dan tarik garis keatas memotong garis berat jenis 2,6 dan tarik garis ke kiri, dan temukan berat jenis betonnya 2325 kg/m<sup>3</sup>.

## t. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

Berat pasir + berat kerikil = berat beton – kebutuhan air – kebutuhan semen

- u. Menentukan kebutuhan pasir

Kebutuhan pasir = kebutuhan pasir dan kerikil x persentase berat pasir

- v. Menentukan kebutuhan kerikil

Kebutuhan kerikil = kebutuhan pasir dan kerikil – kebutuhan pasir



# LAMPIRAN C





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707. 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Ardi Novianto Ditetes tanggal : 13 April 2005  
 Robensyah Umur : 3 Hari  
 Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 10 Buah  
 Kode : BSF-3 (2,5%)

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks. KN	Kuat Desak MPa
	Diameter	Tinggi					
1	149.70	302.18	17600.84	12.60	2.3691	460	26.1351
2	149.93	300.38	17653.79	12.60	2.3761	570	32.2877
3	150.13	301.35	17700.92	12.60	2.3621	540	30.5069
4	149.93	302.68	17653.79	12.50	2.3394	550	31.1548
5	150.48	298.23	17783.56	12.50	2.3569	490	27.5535
6	151.05	295.73	17919.73	12.50	2.3588	520	29.0183
7	148.13	300.65	17232.43	12.60	2.4320	525	30.4658
8	150.48	302.00	17783.56	12.60	2.3461	455	25.5854
9	151.10	300.85	17931.59	12.60	2.3356	475	26.4896
10	150.45	302.75	17777.65	12.55	2.3318	470	26.4377

Catatan :

- Kuat desak rata-rata = 28,5635 MPa
- Kuat desak (F<sub>c</sub>) = 24,5915 MPa

Disahkan

Yogyakarta,  
Dikerjakan oleh

*(Handwritten signature)*











**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji	: Ardi Novianto Robensyah	Ditest tanggal	: 21 April 2005
		Umur	: 7 Hari
Keperluan	: Tugas Akhir	Jumlah	: 10 Buah
		Kode	: BSF-7 (7,5%)

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks KN	Kuat Desak MPa
	Diameter	Tinggi					
1	150.18	300.88	17712.72	12.65	2.3737	770	43.4716
2	149.90	300.90	17647.90	12.70	2.3916	790	44.7645
3	150.50	299.93	17789.46	12.75	2.3897	820	46.0947
4	150.13	301.88	17700.92	12.75	2.3861	805	45.4779
5	150.20	302.45	17718.61	12.75	2.3792	790	44.5859
6	149.90	300.35	17647.90	12.80	2.4148	750	42.4980
7	150.25	302.20	17730.41	12.60	2.3516	680	38.3522
8	150.95	297.43	17896.01	12.80	2.4048	800	44.7027
9	149.40	301.43	17530.37	12.70	2.4034	720	41.0716
10	148.60	300.95	17343.13	12.75	2.4428	700	40.3618

Catatan :

- Kuat desak rata-rata = 43,1381 MPa
- Kuat desak ( $f'_c$ ) = 39,0178 MPa

Disahkan

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Yogyakarta,  
Dikerjakan oleh











**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji	: Ardi Novianto	Ditest tanggal	: 6 Mei 2005
	: Robensyah	Umur	: 28 Hari
Keperluan	: Tugas Akhir	Jumlah	: 10 Buah
		Kode	: BSF-28 (7,5%)

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks.	Kuat Desak
	Diameter	Tinggi				KN	MPa
1	149.60	300.18	17577.34	12.75	2.4165	1000	56.8914
2	149.98	302.58	17665.57	12.70	2.3760	900	50.9466
3	150.18	301.68	17712.72	12.75	2.3861	990	55.8920
4	149.95	301.05	17659.68	12.80	2.4076	950	53.7949
5	149.68	299.78	17594.97	12.65	2.3983	1000	56.8344
6	149.68	301.98	17594.97	12.70	2.3903	1010	57.4028
7	150.00	301.03	17671.46	12.80	2.4062	960	54.3249
8	149.93	300.88	17653.79	12.80	2.4098	1000	56.6451
9	149.98	302.08	17665.57	12.70	2.3799	930	52.6448
10	149.78	305.30	17618.48	12.75	2.3704	1060	60.1641

Catatan :

- Kuat desak rata-rata = 55,5541 MPa
- Kuat desak ( $f_c$ ) = 53,7633 MPa

Yogyakarta,  
Dikerjakan oleh

Disahkan

*Handwritten signature*

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON**

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji	: Ardi Novianto	Ditest tanggal	: 10 Mei 2005
	: Robensyah	Umur	: 28 Hari
Keperluan	: Tugas Akhir	Jumlah	: 10 Buah
		Kode	: BSF-28 (10%)

No	Ukuran (mm)		Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Berat satuan (t/m <sup>3</sup> )	Beban maks. KN	Kuat Desak MPa
	Diameter	Tinggi					
1	150.68	303.25	17830.86	12.80	2.3672	1080	60.5691
2	150.20	300.88	17718.61	12.85	2.4104	1090	61.5172
3	149.65	302.25	17589.09	12.80	2.4077	1075	61.1174
4	148.90	301.03	17413.23	12.80	2.4419	1025	58.8633
5	150.93	298.05	17890.08	12.85	2.4099	1035	57.8533
6	150.15	300.43	17706.82	12.80	2.4062	1060	59.8639
7	150.60	301.45	17813.11	12.80	2.3837	1050	58.9453
8	151.15	300.03	17943.46	12.80	2.3776	1030	57.4025
9	150.25	300.70	17730.41	12.80	2.4008	1100	62.0403
10	150.30	300.63	17742.22	12.80	2.3998	1000	56.3627

Catatan :

- Kuat desak rata-rata = 59,4535 MPa
- Kuat desak ( $f'_c$ ) = 56,3582 MPa

Disahkan

Yogyakarta,  
Dikerjakan oleh

*Ardi Novianto*

JGA:

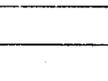

plastize

es 04

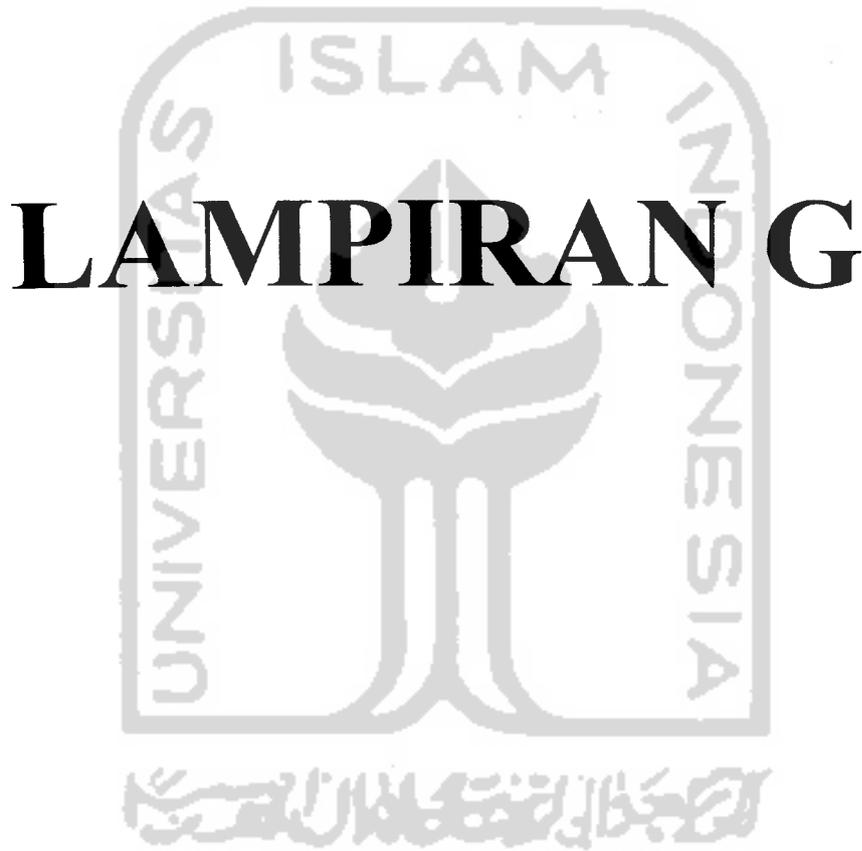
4 - 20

- Sa

Jan.



September



# LAMPIRAN G



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Ardi Novianto	00 511 024	Teknik Sipil
2.	Robensyah	00 511 033	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh penambahan silika Fume dan Superplastizer terhadap kuat desak beton

PERIODE KE : II ( Des 04 - Mei 05 )  
 TAHUN : 2004 - 2005

**Berlaku mulai Tgl : 22-Feb-05 – Sampai Akhir Mei 05**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■	■			
5	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6	Sidang - Sidang					■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : Harsoyo, Dr.Ir,H,MSc

Dosen Pembimbing II : Ade Ilham, Dr,Ir,MT



Jogjakarta ,22-Feb-05

Dekan



Catatan :

Seminar : \_\_\_\_\_  
 Sidang : \_\_\_\_\_  
 Pendadaran : \_\_\_\_\_

*Diperpanjang 8/2 September 2005*

*[Signature]* 30/5



CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1.	4/03 05	Perbaikan Proposal	
2.	07/03 05	Perbaikan Proposal	
3.	14/03 05	Siap di submit ke...	
4.	17-03.05	- perbaiki hasil Foreksi - Cara penulisan pustaka & sumbernya.	
5.	19.03.05	- utk seluruh pelaksanaan uji/test lab harus mengikut standar yg berlaku, sebutkan sumbernya - bisa seminar	
6.	9-06-05	- Pembahasan mengikut pembagian sesuai data yg di peroleh - Berat Vol - workability - kuat desak teton <span style="margin-left: 20px;">← pengaruh umur SF</span>	
7.	15/06/05	- perbaiki hsl Foreksi - Data hsl sebut lampiran - uraikan data hsl penyelidikan & bandingkan dg hsl org lain	
8.	23/06/05	- perbaiki hsl Foreksi - utk Tabel 5.6 - 5.10 lengkapi pembahasannya	
9.	25/06/05	- Dapat dilanjutkan ke dosen pembimbing 1.	
10	29/06/05	- Perbaikan kalimat - Penjelasan alay lebih mudah dgn gambar (grafik)	
11	02/07/05	- Saran adalah penyajian yad. - Perbaikan → untuk alay	
12	07/05	→ siap Friday	
13.	05/8	- perbaiki format model. - Dapat dikonsultasikan ke D P I - Standard kualitas umur 28 hari	
	19/05 08	- perbailan → Siap untuk kehadiran	



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 330 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ I /2005  
Lamp. : -  
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR  
Periode Ke : : II ( Des 04 - Mei 05 )

Jogjakarta, 22-Feb-05

Kepada .  
Yth. Bapak / Ibu : Harsoyo,Dr.Ir,H,MSc  
di -

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- 1 Nama : Ardi Novianto  
No. Mhs. : 00 511 024  
Bidang Studi : Teknik Sipil  
Tahun Akademi : 2004 - 2005
- 2 Nama : Robensyah  
No. Mhs. : 00 511 033  
Bidang Studi : Teknik Sipil  
Tahun Akademi : 2004 - 2005

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	: Harsoyo,Dr.Ir,H,MSc
Dosen Pembimbing II	: Ade Ilham, Dr,Ir,MT
Berlaku Tgl	: 22-Feb-05 Sampai Akhir Mei 05

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Pengaruh penambahan silika Fume dan Superplastizer terhadap kuat desak beton

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An Dekan  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Ir.H. Muhadhir,MS

Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip. 2/22/2005 11:42:08 AM



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 330 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ I /2005  
Lamp. : -  
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR  
Periode Ke : : II ( Des 04 - Mei 05 )

Jogyakarta, 22-Feb-05

Kepada .  
Yth.Bapak / Ibu : Ade Ilham, Dr,Ir,MT  
di -  
Jogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- 1 Nama : Ardi Novianto  
No. Mhs. : 00 511 024  
Bidang Studi : Teknik Sipil  
Tahun Akademi : 2004 - 2005
- 2 Nama : Robensyah  
No. Mhs. : 00 511 033  
Bidang Studi : Teknik Sipil  
Tahun Akademi : 2004 - 2005

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	: Harsoyo,Dr.Ir,H,MSc
Dosen Pembimbing II	: Ade Ilham, Dr,Ir,MT
Berlaku Tgl	: 22-Feb-05 Sampai Akhir Mei 05

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Pengaruh penambahan silika Fume dan Superplastizer terhadap kuat desak beton

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An: Dekan  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
  
H. Muñadhir, MS

Tembusan

- 1). Dosen Pembimbing ybs
- 2). Mahasiswa ybs
- 3). Arsip. 2/22/2005 11:42:08 AM



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

Nomor : 1024 /Dek.70/FTSP/III/2005  
Lamp. : -  
Hal : Ijin Penggunaan Lab. BKT

Jogjakarta, 15-Mar-05

Kepada Yth : **Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP -  
Universitas Islam Indonesia**

Di-

**Jogjakarta**

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Sehubungan dengan Tugas Akhir yang akan dilaksanakan oleh mahasiswa kami, **Jurusan Teknik Sipil** Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan **Universitas Islam Indonesia** Yogyakarta yang bernama sbb :

No	Nama Mahasiswa	No.Mahasiswa
1.	<b>Ardi Novianto</b>	<b>00 511 024</b>
2	<b>Robensyah</b>	<b>00 511 033</b>

Berkenaan hal tersebut kiranya mahasiswa memerlukan **bantuan nya untuk dapat meminjamkan fasilitas Lab. BKT Jurusan Teknik Sipil FTSP UII**, untuk mendukung penyusunan Tugas Akhir, maka dengan ini kami mohon kepada Bapak/ Ibu sudilah kiranya dapat memberikan bantuan yang diperlukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Demikian permohonan kami , atas perkenan serta bantuan dan bimbingannya diucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu' alaikum Wr.Wb

Dekan.



Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D.

Tembusan :

- Mahasiswa ybs.

Hal : Undangan Seminar Proposal Tugas Akhir  
JTS – FTSP – UII

Kepada Yth :  
Bpk/Ibu.....  
Di Jogjakarta

Assalamu'alaikum wr.wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini, kami mahasiswa Jurusan Teknik Sipil FTSP-UII

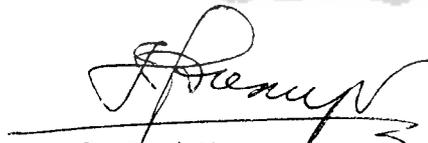
1. Nama : ARDI NOVIANTO  
No. Mhs : 00511024  
2. Nama : ROBENSYAH  
No. Mhs : 00511033  
3. Sub. Program : Teknik Sipil : STRUKTUR

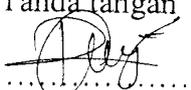
Mengundang Bapak/Ibu untuk menghadiri seminar proposal Tugas Akhir, besok pada :

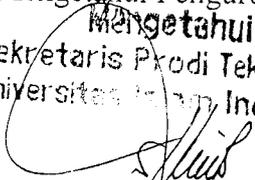
Hari/Tanggal : Rabu / 23 Maret 2005  
Pukul : 13.00 WIB  
Tempat : RUANG SEMINAR  
Judul/Topik : PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME DAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT DESAK BETON

Demikian Undangan kami, atas perkenannya diucapkan terima kasih.  
Wassalamu'alaikum wr.wb.

Mengetahui/menyetujui  
Dosen Pembimbing, Kami,

  
(Dr. Ir. H. HARSOYO, MSc)

1. ARDI NOVIANTO   
nama Tanda tangan  
2. ROBENSYAH   
nama Tanda Tangan

Mengetahui Pengurus Jurusan  
Mengetahui.  
Sekretaris Prodi Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
  
(.....)  
Dr. Ir. Ade Iham, MT  
NIP. 132084355

21 MARET 2005



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
JL. KALIURANG KM.14,5 SLEMAN YOGYAKARTA

## BERITA ACARA SEMINAR TUGAS AKHIR

Pada hari dan tanggal ini telah diselenggarakan seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil. Adapun rincian selengkapnya adalah sebagai berikut :

### Waktu Penyelenggaraan

Hari : RABU	Tanggal : 23	Jam : 13.00	TA Periode Ke : II	Tahun : 2005
-------------	--------------	-------------	--------------------	--------------

### TUGAS AKHIR

#### JUDUL

PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME DAN SUPERPLASTICIZER  
TERHADAP KUAT DESAK BETON

#### Nama Mahasiswa

#### Nomor Mahasiswa

ARDI NOVIANTO

00 511 024

ROBENSYAH

00 511 033

Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. H. HARSOYO, MSc.

Dosen Pembimbing II : Dr. Ir. ADE ILHAM, MT.

Berita acara ini ditandatangani oleh pihak-pihak yang berkepentingan dan disahkan oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

### Dosen Pembimbing

#### Pembimbing I

#### Pembimbing II

( ..... Dr. Ir. H. HARSOYO, MSc. .... )

( ..... )

### Catatan :

- Setelah selesai seminar Berita Acara Ini diserahkan diloket Praktik Kerja / Tugas Akhir.
- Kalau Tidak Diserahkan Dianggap Belum Seminar

## DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL TUGAS AKHIR

1. Hari / Tanggal : RABU / 23 MARET 2005
2. Judul Tugas Akhir : PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME DAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT DESAK BETON
3. Penyaji :
1. Nama : ARDI NOYANTO No. Mhs. 00 511 024
2. Nama : ROBENSYAH No. Mhs. 00 511 033
4. Sub Program Studi :

No.	Nama	Mhs.	Tanda Tangan.
1.	Barra H-S	TS	
2.	Eko Prasetyo		
3.	Affan Akbar		
4.	Xunawan Hendrayanto A.	TS	
5.	DANAR AZIZ F.	TS	
6.	Dimas Dwi P.	TS	
7.	Faisai	TS	
8.	Rislanha	TS	
9.	TRI WAHYUDI	TS	
10.	Toni Purnan	TS	
11.	Mikhado Masyah S.	TS	
12.	ARDI BANATRA	TS	
13.	Sasmita D.	TS	
14.	Wahyu Dwi C	TS	
15.	Nabhan Ulin Huda	TS	
16.	Yusuf Sulasman	TS	
17.	Joko Hadinoto	TS	
18.	Betta Dwi Mardoko	TS	
19.	M. Junardi	TS	
20.	Fari M. Febiawan	TS	
21.	Indra saputra	TS	

Dosen Pembimbing I

(P. F. H. HARSOYO, MSc.)

Dosen Pembimbing II

(.....)

Dosen Tamu :

- 1.....
- 2.....
- 3.....

- 4.....
- 5.....
- 6.....

# LAMPIRAN H

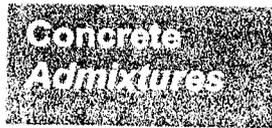


# SikaFume®

## Densified Silica Fume

<b>Description</b>	SikaFume is a new generation concrete additive in a fine powder form based on silica fume technology. Sika Fume is used as a highly effective additive for the production of high quality concrete. Contains more than 95% SiO <sub>2</sub> particle size less than one micron.(100 times finer than cement)
<b>Uses</b>	SikaFume is used to increase the density, durability and compressive strength of concrete.
<b>Advantages</b>	The use of SikaFume improves the performance characteristics of concrete in the follows ways : <ul style="list-style-type: none"><li>■ Increased workability over a longer period of time.</li><li>■ Improves the cohesiveness and stability of green concrete.</li><li>■ Durability greatly increased.</li><li>■ Water permeability of set concrete reduced.</li><li>■ Permeability to gases greatly decreased.</li><li>■ Greatly improved resistance to carbonation.</li><li>■ Infiltration of chlorides greatly reduced.</li><li>■ Very high early and ultimate strengths.</li></ul> <p>SikaFume contains no chlorides or other potentially corrosive substances. It can therefore be used with complete safety in reinforced and prestressed concrete.</p>
<b>Dosage</b>	3 % - 10 % by weight of cement. SikaFume is compatible with most Sika admixtures. Please consult our Technical Service Division for further information
<b>Instruction For Use</b>	SikaFume should be dry-mixed with other concrete components before the mixing water is added. After the water is added, further mixing is required to allow the even distribution of ingredients throughout the mixed concrete. For increased effectiveness, it is advisable to incorporate a super plasticizer such as Sikament-Range into the concrete mix.
<b>Cautions</b>	SikaFume is a powder product. Wearing a mask is advisable when pouring the product into the mixer.
<b>Technical Data</b>	
<b>Form</b>	Powder
<b>Colour</b>	Grey
<b>Bulk Density</b>	Approx 0.5 kg/l
<b>Shelf Life</b>	Unlimited when unopened
<b>Packaging</b>	20 kg bag





# Sikament<sup>®</sup> - NN

## High Range Water- Reducing

### DESCRIPTION

A highly effective dual action liquid superplasticizer for the production of free flowing concrete or as a substantial water-reducing agent for promoting high early and ultimate strengths. Chloride free.

**Complies with A.S.T.M.  
C 494-92 Type F**

### USES

Sikament-NN is used as a super plasticizer in the production of free flowing concrete for use in :  
Slabs and foundations.  
Walls, columns and piers.  
Slender components with densely packed reinforcement.  
Textured surface finishes.

It is also used as a water-reducing agent leading to high early strength concrete for use in :

Pre-cast concrete elements  
Pre stressed concrete  
Bridges and cantilever structures  
Areas of concrete where formwork must be removed quickly or early loading Applied.

### ADVANTAGES

Sikament-NN provides the following properties :

**As a Superplasticizer :**

Workability is greatly improved. Increased placeability in slender components with packed reinforcement.

Decreases the amount of vibration required. Normal set without retardation. Significantly reduces the risk of segregation.

**As a Water reducer :**

Up to 20% reduction of water will produce 40% increase in 28 days compressive strength.

High strength after 12 hours.

### DOSAGE

0.6 % - 1.5 % by weight of cement.

It is advisable to carry at trial mixes to establish the exact dosage rate required. Sikament-NN is compatible with all type of Portland cement including S.R.C.

### DISPENSING

Sikament-NN can be added to the mixing water prior to its addition to the aggregates or as in most cases, it can be added directly to the freshly mixed concrete.

When added directly to the freshly mixed concrete, the plasticizing effect is more pronounced.

For Ready-mix concrete, Sikament-NN is added to the concrete immediately prior to discharge and after further mixing has taken place for the five minutes.

### TECHNICAL DATA

TYPE	Naphthalene Formaldehyde Sulphonate
COLOUR	Dark Brown
SPECIFIC GRAVITY	1.17 ± 0.01 kg/l
SHELF LIFE	1 year when unopened
PACKAGING	250 kg drum





Gambar I.1. Persiapan Bahan Penelitian

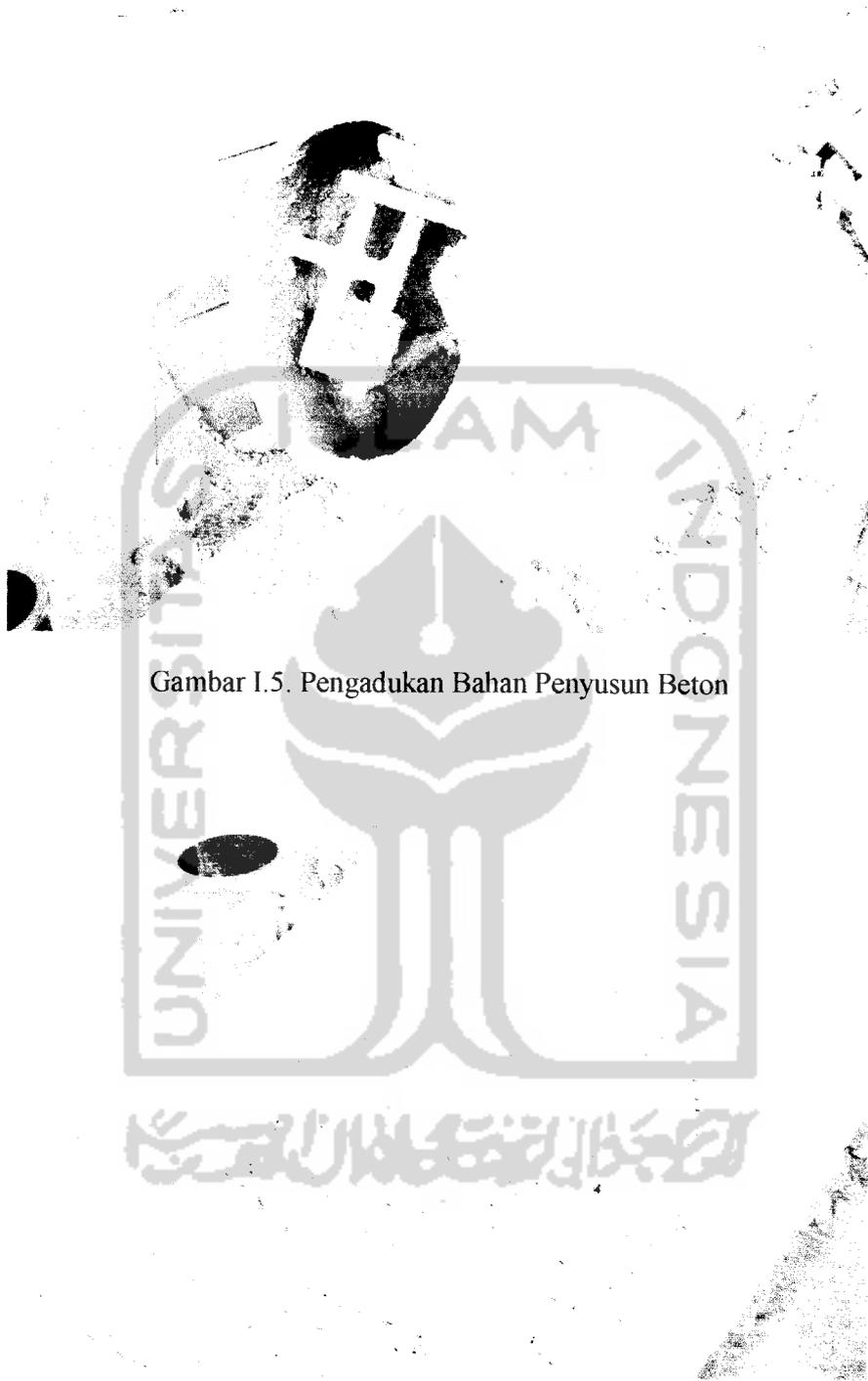


Gambar I.2. *Silica Fume*



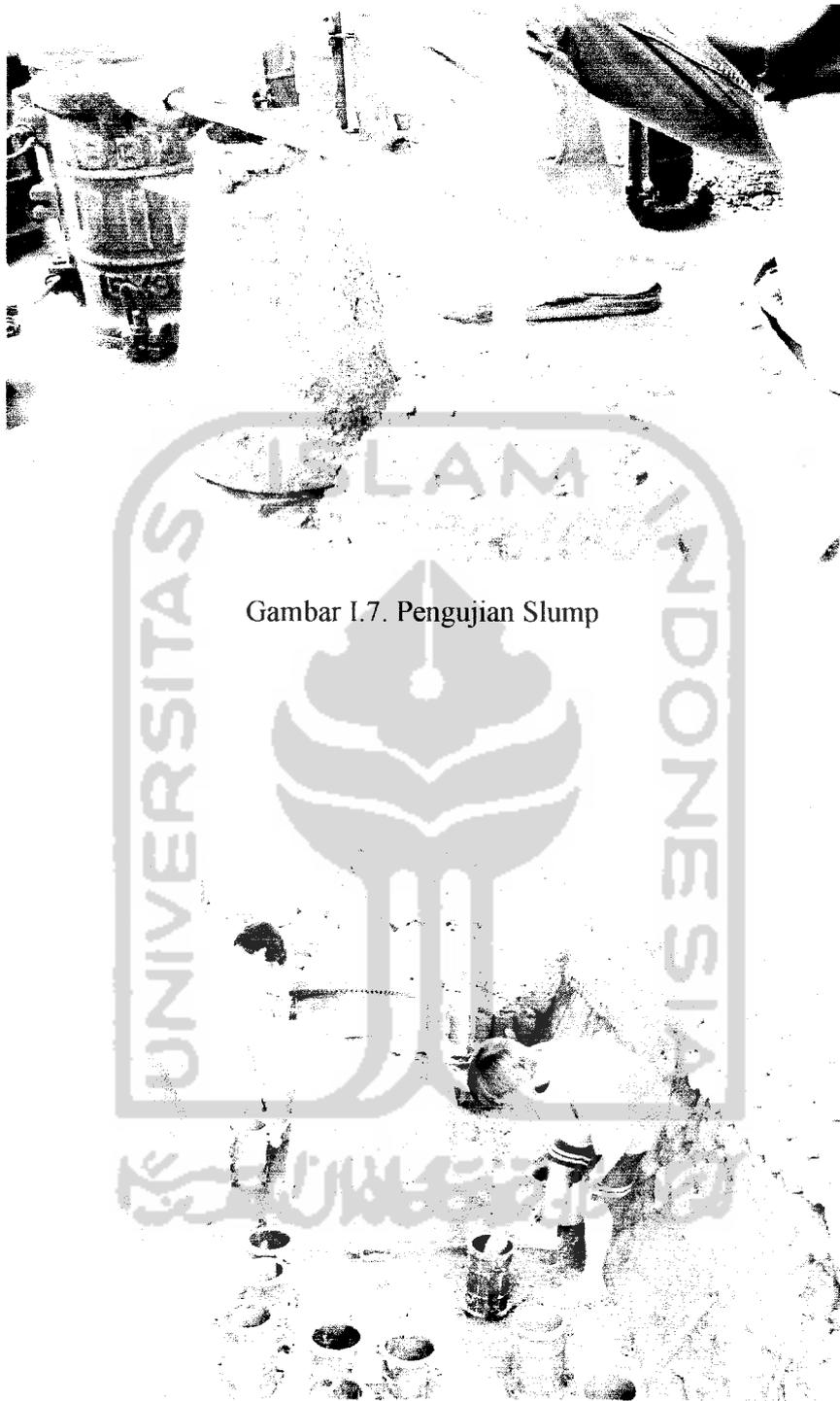
Gambar I.3. *Superplasticizer*

Gambar I.4. Persiapan Cetakan Benda Uji



Gambar I.5. Pengadukan Bahan Penyusun Beton

Gambar I.6. Beton Segar

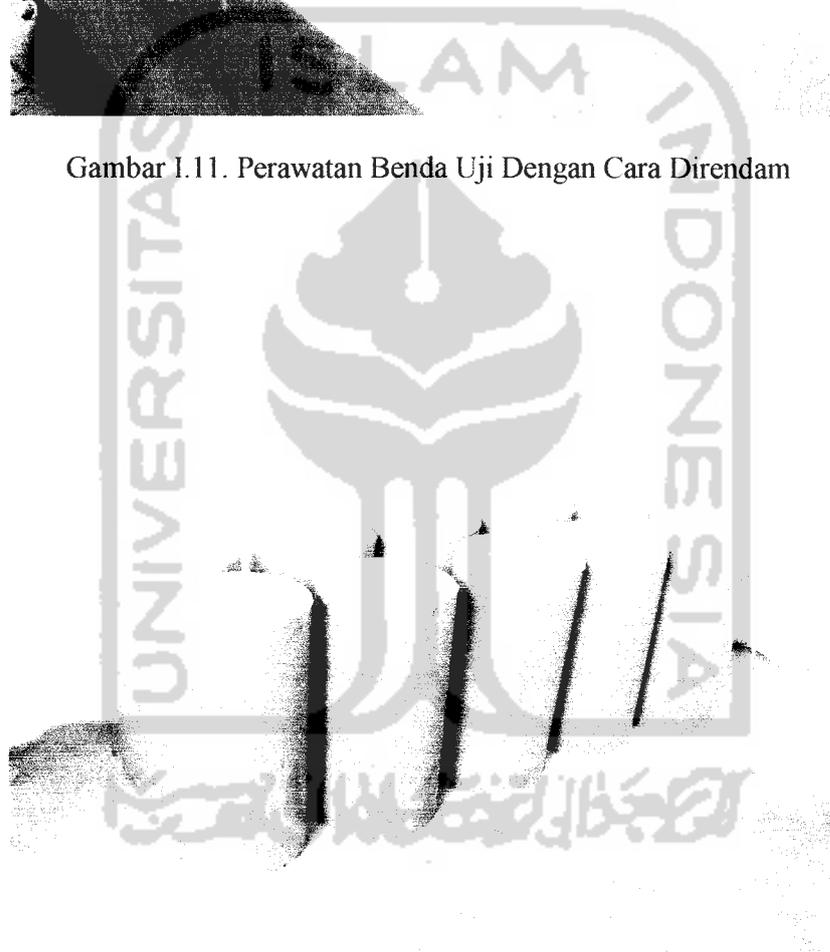


Gambar I.7. Pengujian Slump

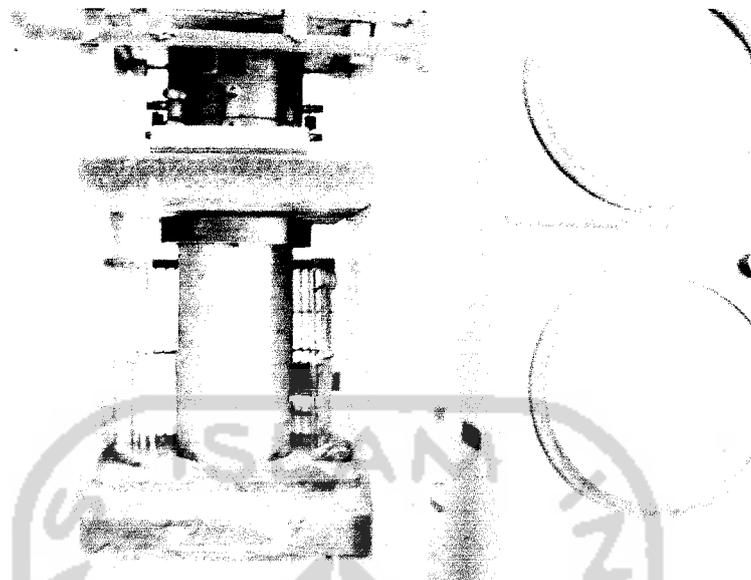
Gambar I.8. Pencetakan Benda Uji



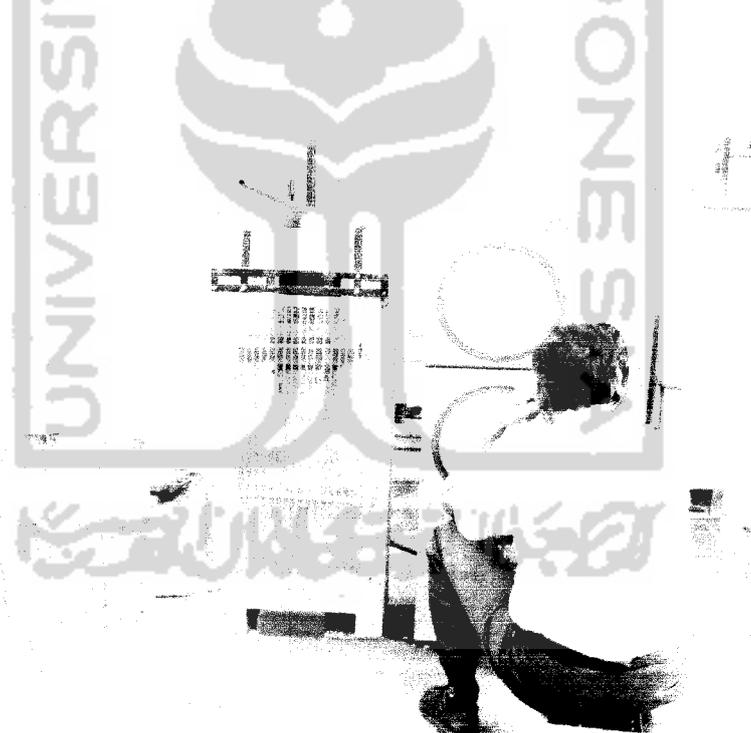
Gambar I.11. Perawatan Benda Uji Dengan Cara Direndam



Gambar I.12. Benda Uji Yang Telah Dikeluarkan Dari Rendaman



Gambar I.13. Benda Uji Diletakkan Vertikal Pada Mesin Uji Desak

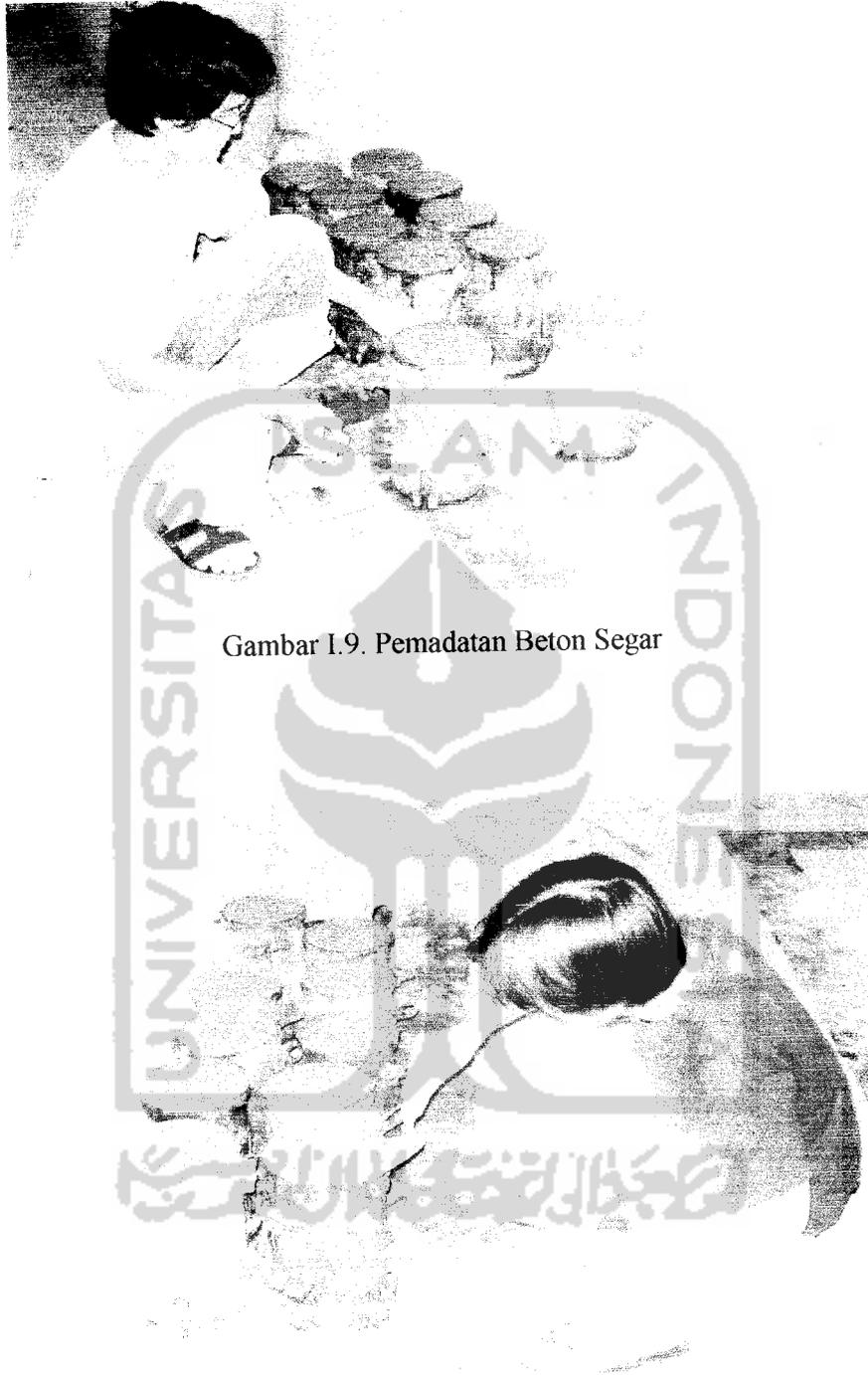


Gambar I.14. Proses Pengujian



Gambar I.15. Pengujian Dilakukan Sampai Tercapai Beban Maksimal

Gambar I.16. Hasil Pengujian Kuat Desak



Gambar I.9. Pemasangan Beton Segar

Gambar I.10. Meratakan Permukaan Beton Segar